

HALÁSZAT - TUDOMÁNY

9. évfolyam | 1. szám | 2023

Alapítva: 2015



› Az elektromos fenékháló (elektromos kece) használati paramétereinek kísérletes meghatározása, fenéklakó halközösségekmonitorozása (mintavételi protokoll javaslat)

› Analysis of Certain productive parameters of pikeperch fingerlings (Sander Lucioperca Linnaeus, 1758) grown in artificial conditions

› PhD értekezések összefoglalói

HALÁSZAT – TUDOMÁNY

9. évfolyam | 1. szám | 2023

Az Agrárminisztérium tudományos folyóirata

A HALÁSZAT-TUDOMÁNY
elektronikus lap szerkesztőbizottsága

Főszerkesztő:
Dr. Váradi László

Tudományos főszerkesztő-helyettes
Dr. Urbányi Béla

Főszerkesztő-helyettes
Udvari Zsolt

Szerkesztő:
Dr. Bozáné Dr. Békefi Emese

A szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Bercsényi Miklós

Dr. Farkas Anna

Dr. Hancz Csaba

Dr. Harka Ákos

Hoitsy György

Dr. Jeney Zsigmond

Dr. Molnár Kálmán

Dr. Németh István

Dr. Orbán László

Patakiné Dr. Várkonyi Eszter

Dr. Székely Csaba

Dr. Szűcs István

A folyóirat megjelenését támogatja:
az Agrárminisztérium megbízásából a
Magyar Akvakultúra és Halászati Szak-
maközi
Szervezet

Kiadja:
Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.
1223 Budapest, Park u. 2.
www.hermanottointezet.hu

Felelős kiadó:
Bozzay Péter

HALÁSZAT-TUDOMÁNY
Megjelenik félévenként

Szerkesztőség:
Magyar Agrár- és Élettudományi Egye-
tem
Akvakultúra és Környezetbiztonsági
Intézet
Halászati Kutatóközpont (HAKI)
5540 Szarvas Anna-liget utca 35.
Telefon: 06 66 515 300
E-mail: bozanne.bekefi.emese@uni-
mate.hu

HU ISSN 3003-9797
Index: 125 372

Címlapkép: Elektromos kecével
a Dunán
Fotó: Sallai Zoltán

Tisztelt Olvasó!

A Halászat-Tudomány folyóirat a nyomtatásban kiadott nagy múltú, 1899-ben alapított Halászat folyóirat elektronikus formában megjelenő tudományos társalapja. A lap 2015-ben történő alapítását az a szándék vezérelte, hogy az információs technológia lehetőségeit kihasználva a nyomtatásban kiadott folyóirat mellett megjelentessünk egy az interneten, online elérhető olyan folyóiratot, amely a halgazdálkodás fejlesztését szolgáló kutatások eredményeit bemutató lektorált közleményeket jelentet meg magyar és angol nyelven.

A Halászat-Tudomány folyóirat az elmúlt nyolc évben bizonyította, hogy a halgazdálkodási kutatások különböző területeiről megjelentetett magyar és angol nyelvű közleményinek tartalma és formája megfelel a hazai és külföldi tudományos lapokkal szemben támasztott követelményeknek. A tudományos színvonalat garantálja, hogy a benyújtott kéziratokat a halászat és az akvakultúra területén dolgozó, nemzetközileg elismert kutatók és oktatók lektorálják, akik gyakran kapnak felkérést lektori feladatok elvégzésére magasan jegyzett hazai és nemzetközi szaklapok szerkesztősegeitől.

Örömmel tájékoztatom a Tisztelt Olvasót, hogy a szerkesztőség javaslatát megvizsgálva az MTA Agrártudományok Osztálya támogatta a Halászat-Tudomány folyóirat osztálylistára történő felvételét. A tudományos folyóirat a Halászat ISSN számától eltérő nemzetközi azonosítóval bekerül a Magyar Tudományos Művek Tárába (MTMT), ahol más MTA osztálylistás lapokkal együtt szolgálja a hazai agrárgazdálkodás és élelmiszerellátás tudományos alapú fejlesztését. Reményeink szerint a Halászat-Tudomány folyóirat új státuszának köszönhetően elősegíti azt, hogy doktoranduszok és fiatal kutatók nagyobb kedvvel publikáljanak folyóiratunkban. Örömmel adunk lehetőséget külföldi szerzők közleményeinek megjelenítésére is. Miután a folyóiratot a kutatókon kívül a gyakorlati szakemberek is olvassák, így szerepe a tudományos eredmények gyakorlati elterjesztésében hiánypótló.

A továbbiakban a szerkesztőség különös figyelemmel fogja kísérni a Halászat-Tudomány folyóirat olvasottságát, a közlemények fogadtatását, illetve az olvasói véleményeket annak érdekében, hogy lépéseket tegyen a folyóirat hazai és nemzetközi elismertségének növelése érdekében.

Dr. Váradi László
főszerkesztő

TARTALOM CONTENT

Olajos Péter, Kiss Béla, Magura Tibor, Sallai Zoltán

Az elektromos fenékháló (elektromos kece) használati paramétereinek kísérletes meghatározása, fenéklakó halközösségek monitorozása (mintavételi protokoll javaslat)3

Polishchuk Oleksii, Kurinenko Hanna, Lengyel Szvetlana, Hrytsyniak Ihor

Analysis of certain productive parameters of pikeperch fingerlings (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) grown in artificial conditions 14

Doktori Értekezések18

Véghné Tóth Bianka Mónika

A magyarországi árutermelő ponty (*Cyprinus carpio*) állományok géntartalékainak vizsgálata mitokondriális és mikroszatellit markerekre alapozva.....18

Dr. Hoitsy Márton György

Tenyészett pisztrángfélék daganatos megbetegedéseinek vizsgálata 20

Az elektromos fenékháló (elektromos kece) használati paramétereinek kísérletes meghatározása, fenéklakó halközösségek monitorozása (mintavételi protokoll javaslat)

Olajos Péter¹, Kiss Béla¹, Magura Tibor², Sallai Zoltán³

¹Globe-Ecology Kft., ²Debreceni Egyetem Ökológiai Tanszék, ³Vaskos Csabak Bt.

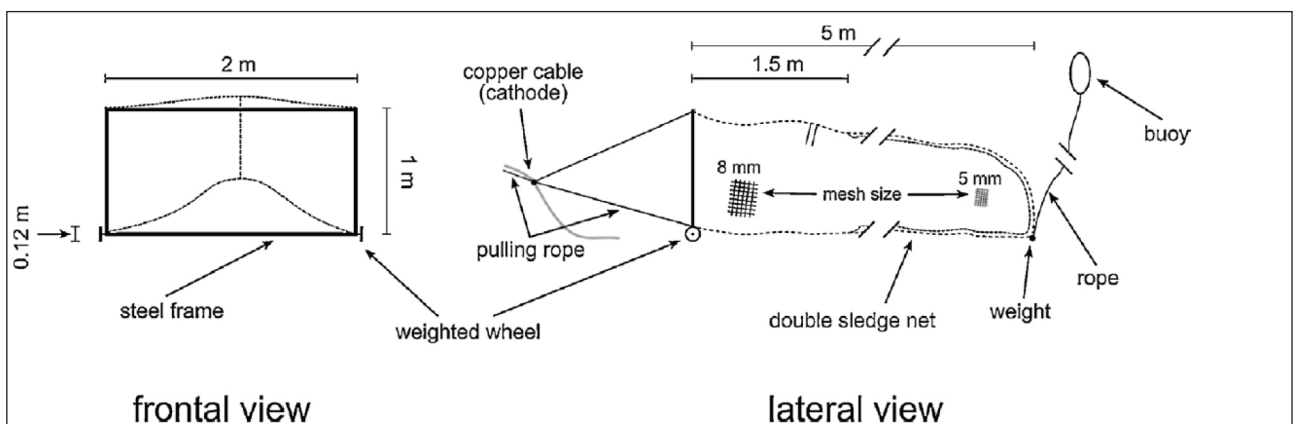
Kivonat: A 2018–19. évben a Globe-Ecology Kft. egy GINOP pályázat keretében egy új típusú, fenéklakó halközösségek vizsgálatára alkalmas halászati kutatóeszközt fejlesztett ki, melynek során meghatározta a használati paramétereit és elvégezte annak standardizálását. Ennek keretében kikísérleteztük az eszköz ideális alakját és méretét, megállapítottuk a felmérésre optimális fenológiai időszakot, az egyes víztértípusokra meghatároztuk az optimális mintavételi szakasz nagyságát, továbbá megvizsgáltuk az eszköznek egyes védett halfajok, illetve vízi gerinctelen szervezetek felmérésére való alkalmasságát. Fentiek alapján javaslatot teszünk egy országosan egységesen alkalmazott, standardizált mintavételi eljárásra.

Abstract: In the 2018-19 year, Globe-Ecology Ltd. developed a new type of fisheries research tool for the study of benthic fish communities in the framework of a GINOP grant, defining its parameters of use and standardizing it. This involved testing the ideal shape and size of the device, determining the optimal phenological period for the survey, determining the optimal sampling period for each water type, and testing the suitability of the device for surveying certain protected fish species and aquatic invertebrates. On the basis of the above, we propose a standardised sampling procedure (protocol) to be applied uniformly throughout the country.

1. BEVEZETÉS

A Globe-Ecology Kft. egy GINOP pályázat keretében (cím: „Fenéklakó halak és vízi gerinctelen szervezetek kutatási célú felmérésére alkalmas, elektromos halászgéphez csatlakoztatható fenékháló fejlesztése és piaci bevezetése”, azonosító: GINOP-2.1.7-15-2016-01253) végezte el egy új típusú halászati kutatóeszköz fejlesztését, használati paramétereinek kidolgozását és standardizálását. Az elektromos fenékhálóval (elektromos kece) végzett mintavételi tevékenység kísérletes vizsgálata során a fő célkitűzésünk egy több szempontból speciális élőhelyen (nagyobb vízfolyások fenékrégiója) a biológiai sokféleség (elsősorban a taxondiverzitás) megjelenési formáinak felmérése és értékelése, valamint a biológiai sokféleség alakulásában jelentkező, trendszerű változások kimutatásának és elemzésének megalapozását szolgáló mintavételi módszer kidolgozása volt.

Már a vizsgálati szakaszban törekedtünk arra, hogy a kísérletes tevékenység összhangban legyen SALLAI és mtsai. (2019), a halközösségek magyarországi monitorozásának módszertanát egységesítő munkájában foglaltakkal. Ennek oka az, hogy az abban leírt módszertan hazai szakmai körökben konszenzus alapján elfogadott, továbbá a környezet- és természetvédelmi szakigazgatás csúcsszerve által szabványként elfogadott protokollként használatos



1. ábra. Elektromos fenékháló egy típusa (forrás: SZALÓKY és mtsai. 2014)

(Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer, rövidítve: NBmR). Célunk az volt, hogy a kísérletes vizsgálattal kidolgozott, és reményeink szerint a későbbiekben protokollként elfogadott és alkalmazott módszer a lehető legnagyobb mértékben kompatibilis legyen az NBmR jelenleg használatos eljárásaival, a két módszer – a vizsgált vízterek típusától és a vizsgálat szűkebben meghatározott céljától függően – egymást kiegészítve együtt tudjon működni.

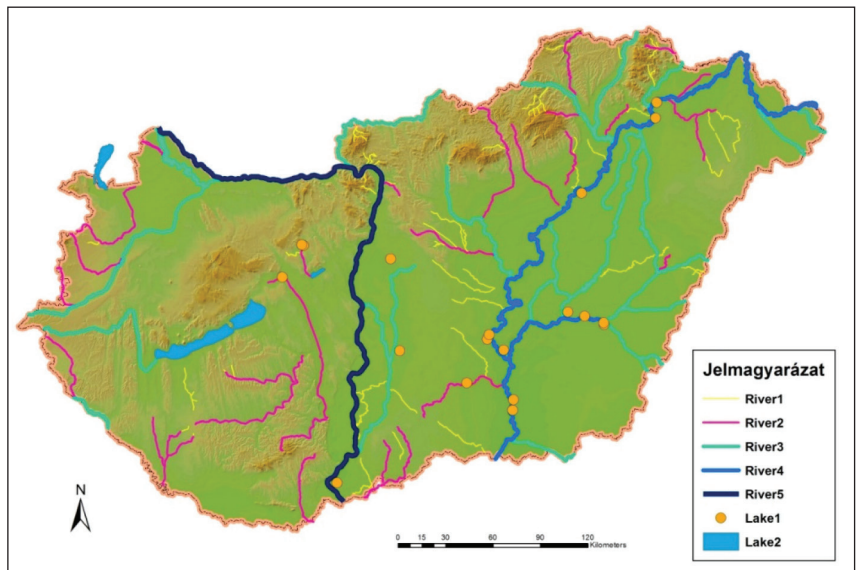
A nemzetközi irodalomban nagyon sok cikk foglalkozik a különféle, mederfenéken vontatott halászeszközökkel, főként a tengeri és óceáni halászat kapcsán. Jóval kevesebb az olyan szakanyag, amely a vízfolyásokon végzett fenékhálós vizsgálatok eredményeit közli, a hazai irodalom pedig csupán néhány ilyen cikket vonultat fel. SZALÓKY és mtsai. 2011-es és 2014-es munkáikban a Dunán végzett kísérletes tevékenység alapján bemutatnak egy saját fejlesztésű elektromos fenékhálót (1. ábra), beszámolnak az azzal végzett felmérések eredményeiről, tapasztalatairól (a partmenti módszerekkel is összevetve), és rávilágítanak a folyóvizek mélyebb régiói vizsgálatának fontosságára.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Az elektromos fenékhálós mintavételi eljárás használata legalább 2 m-es vízmélység esetén javasolt. Ennek oka egyrészt a mintavételi eszköz mérete, másrészt az, hogy a mintavételhez használt hajó vagy csónak látványa és hangja (rezgése) a sekélyebb vízben elriasztja a halak egy részét, ezzel negatív irányban befolyásolva a mintavétel eredményét. A mintavételi módszernek mélységi korlátja elvileg nincs, hazai viszonyok között kevés olyan vízfolyás-szakasz van, ahol az alkalmazhatóságnak a nagy vízmélység akadálya lenne. A módszer használatának korlátozó tényezője lehet ugyanakkor a víz folyási sebessége: felsőszakasz-jellegű nagyobb vízfolyáson a nagyon erős sodrás, és ezzel együtt a mederben esetlegesen előforduló

1. táblázat. A folyóvizek kategorizálása a mederszélesség és maximális vízmélység alapján (SALLAI és mtsai. 2019)

Kategóriák	Mederszélesség (m)	Legnagyobb vízmélység (m)
River1	< 5	< 1
River2	> 5	< 2
River3	< 30	> 2
River4	30–100	> 2
River5	> 100	> 2



2. ábra. A NBmR keretében vizsgált magyarországi víztestek elhelyezkedése kategóriák szerint (forrás: SALLAI és mtsai. 2019)

akadók (fák, nagyobb kövek stb.) akár veszélyes helyzeteket is előidézhettek, de a munkavégzést mindenképpen jelentősen megnehezítik.

Az alábbi táblázatban a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer által használt vízfolyás-kategorizálás látható (SALLAI és mtsai. 2019).

Az elektromos fenékháló a River3, River4 és River5 kategóriába tartozó vízfolyásokon alkalmazható, legyen az természetes vagy mesterséges eredetű (főcsatornák). A három kategóriába sorolt vízfolyások térképi megjelenítését lásd az alábbi ábrán (a térkép csak az NBmR-ben 2019 előtt vizsgált vízfolyásokat ábrázolja, ez azóta kiegészült a River4 kategóriába sorolt Drávával).

2.1. Az eszköz alakjának, méretének tesztelése

A kísérleti tevékenység első fázisa az eszköz alakjának kísérletes meghatározása volt. Az irodalomban találtunk hasonló célra kialakított és alkalmazott eszközt (SZALÓKY és mtsai. 2014, 1. ábra), így a négyszög keret volt az egyik tesztelendő alak (de csak az alak, egyéb paraméterek, és a működés tekintetében az általunk tesztelt eszköz jelentős különbözést mutat).

A másik kipróbált alak a félkör volt, pontosabban annak gyártástechnológiai okból némileg „szögletesített” változata, a harmadik pedig a háromszög alak. A tesztelés eredményeként számos tanulsággal gazdagodtunk, de ezeket nem annyira a gyűjtési eredmények, hanem a használati tapasztalatok hozták. Egyik legfontosabb felismerés az volt, hogy minél egyszerűbb – értsd: kevesebb törésponttal bír – az alak, annál kevesebb probléma jelentkezik a használat közben: az eszköz gyenge pontjai mindig az illesztések, törések a vonalvezetésben, számos

esetben rongálódott ezeken a pontokon az eszköz egy leakadás-szabadítás során. Végül a legegyszerűbb, legkevesebb illesztést tartalmazó, egy keresztmerezítéssel ellátott háromszög alak (3. ábra) bizonyult a legjobban használhatónak, így a méret tesztelését már csak ezen az alak-típuson végeztük el.



3. ábra. Az elektromos fenékháló (E-kece) végleges formája (bemutató kép, nem használat közben készült)

Három különböző méretű háromszög-keret tesztelését végeztük el (4. ábra), ezek talpszélessége (a háló szájadékának legnagyobb szélessége, az alín felfogatási pontjai közötti távolság) 190, 160, illetve 130 cm. A tesztelés során a nagy méretnél már jelentkeztek a más formáknál tapasztalt instabilitási problémák (törés), továbbá nagyobb valószínűséggel akadt le az aljzat akadóiiban, mint a kisebb méretű változatok. Nem elhanyagolható szempont az sem, hogy a nagy méretű eszköz szállítása és „egyemberes” kezelése is problémás, esetenként nehezen kivitelezhető.



4. ábra. A háromszög alakú fenékháló-keret különböző méretű változatai (talpszélesség balról jobbra: 190, 160, 130 cm)

A közepes és a kis méret között sem a fogási eredmények, sem a használhatóság nem mutattak jelentős különbséget. Mivel a mintavételi eljárás kvantifikálhatósága szempontjából a nagyobb talpszélességet előnyösebbnek tartottuk, a továbbiakban a közepes méretű, háromszög alakú kerettel (talpszélesség: 160 cm) folytattuk a munkát (mintahosszok tesztelése, műszaki leírás, iparjogvédelmi eljárás stb.).

2.2. Az elektromos fenékháló használata során javasolt mintahosszak meghatározása

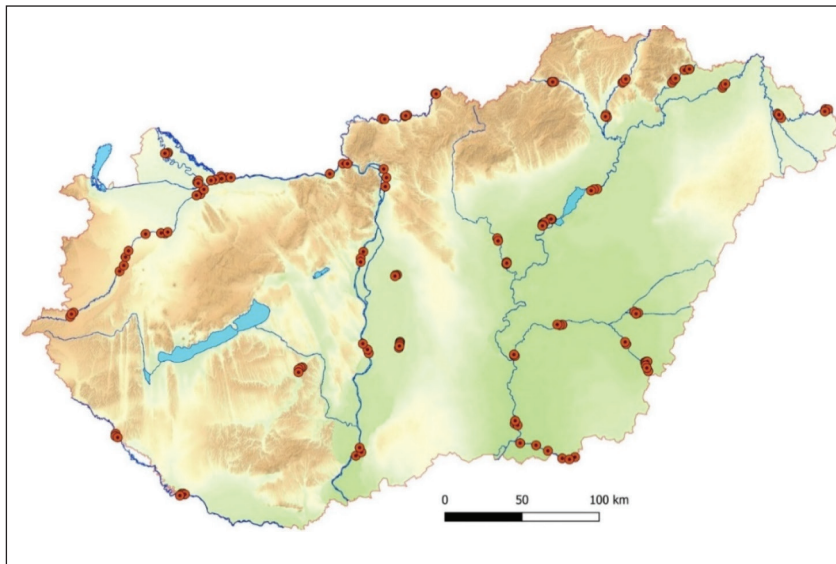
Az eszközzel végzett kísérletes tevékenység legfontosabb megválaszolandó kérdése az volt, hogy milyen nagyságú mintahosszon kell az elektromos fenékhálót vontatni ahhoz, hogy a kapott eredmény értékelhető és reprezentatív legyen, ugyanakkor a ráfordítás ne legyen aránytalanul nagy. Az magától értetődő, hogy a mintavételi hossz növekedésével mind az előkerült egyedek, mind az előkerült fajok száma növekszik. Elméleti alapon azt vártuk, hogy az egyedszám lineáris, a fajszám pedig telítődési görbe típusú növekedést fog produkálni. Ezek alapján két fő kérdés megválaszolását tűztük ki célul:

- 1) a különböző folyóvíz-típusokban mekkora mintahosszak adnak a fenéklakó halegyüttes összetételére vonatkozóan reprezentatív eredményeket;
- 2) az egyes, kiemelten vizsgálandó (fokozottan védett, védett és/vagy közösségi jelentőségű) fajokra vonatkozó kérdéseinket (jelenlét/hiány, állománysűrűség) milyen ráfordítással (mintahossz) tudjuk kielégítően megválaszolni?

A terepi felméréseket a 2018-19. évek vegetációs időszakában (április–november) végeztük el, a következő vízterekben (zárójelben a mintavételi pontok száma): Bodrog (21), Dráva (32), Duna (54), Duna-völgyi-főcsatorna (24), Fehér-Körös (9), Fekete-Körös (9), Hármaskörös (17), Hernád (21), Ipoly (36), Jászsági-főcsatorna (24), Kapos (12), Kettős-Körös (6), Maros (18), Mosoni-Duna (27), Rába (59), Sajó (9), Sebes-Körös (9), Tisza (45), Zagyva (21). A mintavételi helyszíneket az ország területén egyenletesen osztottuk el (5. ábra), ügyelve arra, hogy egy-egy folyóvíztípust a lehető legtöbb vízfolyással, továbbá azok különböző szakaszaival reprezentáljuk, beleértve mesterseges víztesteket is.

A fenéklakó halközösségek vizsgálatára tervezett kísérletsorozatban alap-mintahosszokat határoztunk meg úgy, hogy egy-egy mintavételi helyen egymástól független, egyszeres (1x), kétszeres (2x) és háromszoros (3x) hosszúságú mintavételeket végeztünk, ügyelve arra, hogy a vizsgált vízfolyások a legteljesebben reprezentálják az NBmR protokollban meghatározott vízfolyás-típusokat (1. táblázat).

Az előzetes szakértői várakozások alapján a River3 (pl. Sajó, Rába, Zagyva) és a River4 (pl. Tisza, Dráva, Hármaskörös) vízfolyástípusban kétféle *alap-mintahossz* sorozat ismétléseit végeztünk: 50-100-150 m, illetve 150-300-450 m. A River5 típusban (hazánkban csak a Duna tartozik ide) 250-500-750 m hosszúságú mintaszakaszokat halásztunk meg. Mivel az alap-mintahosszak egymástól függetlenek (vagyis az egyes minták nem befolyásolták egymás eredményeit), lehetőség van arra, hogy az alap húzáshosszok eredményeit egymással kombinálva ún.



5. ábra. A kísérletes felmérési tevékenység mintavételi helyszínei

származtatott mintahosszokat számítsunk ki ($1x+2x$, $1x+3x$, $2x+3x$, $1x+2x+3x$), melyek segítségével a kapott eredményeket egy jóval hosszabb skálán tudtuk vizsgálni: 50-100-150-200-250-300 m, 150-300-450-600-750-900 m, illetve 250-500-750-1000-1250-1500 m-es, valós és elméleti mintahosszokból összeálló sorozatok.

A vizsgálatok során összesen 630 alap-mintahossz meghalászását terveztük be (River3: $75 \times [50-100-150]$ és $15 \times [150-300-450]$, River4: $15 \times [50-100-150]$ és $75 \times [150-300-450]$, River5: $30 \times [250-500-750]$). A megvalósítás során ettől némileg eltértünk, aminek többféle oka volt. Sok esetben a tervezett mintahosszokat a meder morfológiája miatt nem lehetett megvalósítani, mert például a sekély (gázló) és mélyebb (medence) mederrészletek váltakozása ezt nem tette lehetővé – a gázlókon nincs meg az eszköz használatához szükséges minimális vízmélység, a medence pedig nem volt elég hosszú a tervezett mintahossz megvalósításához. Esetenként a mederfenéken lévő, felszínről nem látható akadályok (pl. nagyobb kövek, fatörzsek) miatt nem lehetett a tervezett mintaszakason végigvezetni a fenékhálót. Számítva ugyanakkor a leírt nehézségekre, eleve beterveztünk tartalék mintavételeket is, melyek – a többi mintavételezés sikerességétől függetlenül – megvalósultak, így végül az előzetes tervet felül is

2. táblázat. Az egyes vízfolyástípusokban a vizsgálatok során ténylegesen megvalósult mintavételek alapján kapott mintahosszokhoz (alap- és származtatott ~) tartozó mintaszámok

(*: származtatott mintahosszok, **: alap és származtatott mintahosszok is)

Vízfolyástípus	50 m	100 m	150 m**	200 m*	250 m*	300 m**	450 m**	600 m*	750 m*	900 m*
River3	95	94	113	95	94	113	19	17	17	17
River4	14	13	89	14	13	90	77	73	74	73
Vízfolyástípus	250 m	500 m	750 m**	1000 m*	1250 m*	1500 m*				
River5	30	30	60	30	30	30				

teljesítettük. A gyakorlatban megvalósult mintavételek az alábbi táblázatban látható mintaszámot eredményezték.

A fenti táblázatban összesített mintaszám összesen 685 alap-mintahossz eredménye, mely a fentebb leírt kombinációkkal együtt 1414 mintahossz (alap- és származtatott ~) eredményeinek kiértékelésére adott lehetőséget.

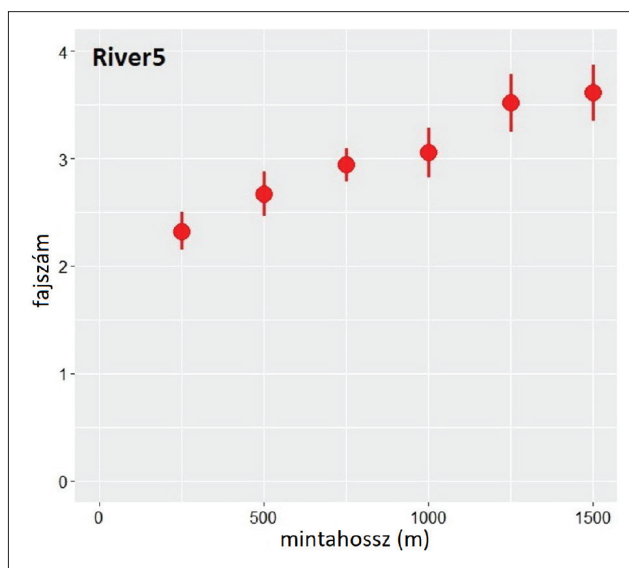
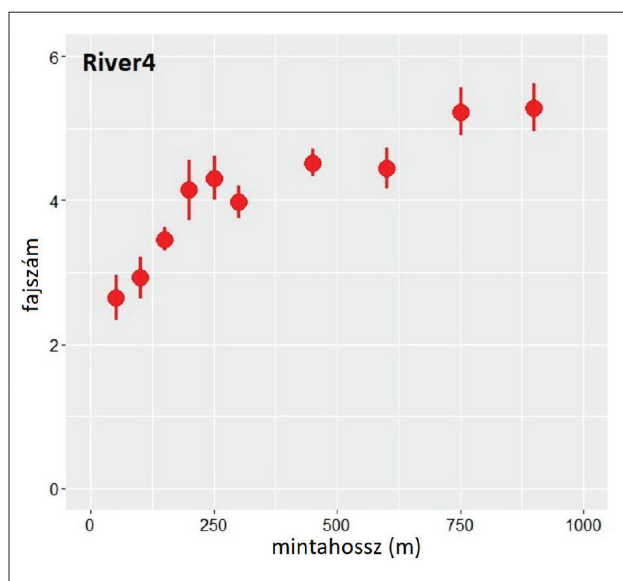
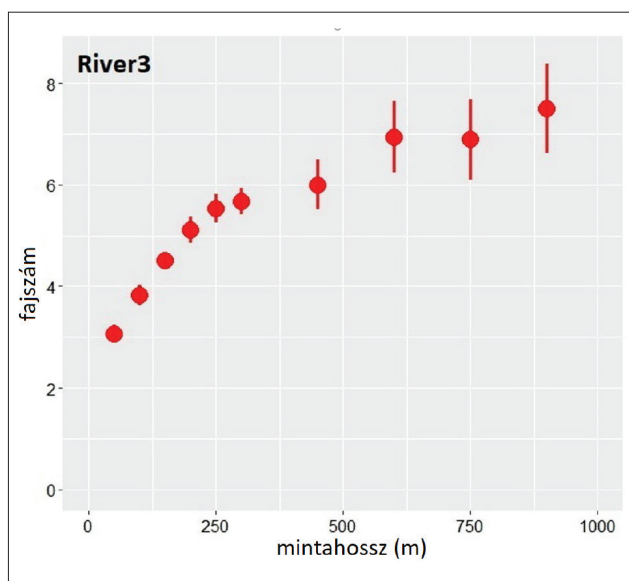
3. EREDMÉNYEK

A felmérések során 2539 alapadat (egy fajnak egy alap-húzásra vonatkoztatott pozitív fogási eredménye) keletkezett, mely 23 728 halegyed meghatározásán alapul. A teljes kiértékelés 7310 adatrekord (2539 alapadat-rekord és 4771 származtatott adatrekord) alapján készült el.

3.1. Halközösségekre vonatkozó vizsgálati eredmények

A halközösségek vizsgálata kapcsán a legfontosabb kérdés az volt, hogy a különböző folyóvíz-típusokban milyen mintahosszok adnak a fenéklakó halegyüttes összetételére vonatkozó reprezentatív eredményeket, vagyis a közösségi szintű vizsgálatok javasolt protokolljai milyen egységes ráfordítást írjanak elő a standardizált mintavételek elvégzéséhez.

A 6. ábra grafikonjai mutatják az egyes vízfolyástípusokra kiszámolt eredményeket, azaz a mintavételenkénti átlagos fajszámot a mintavételi ráfordítások (alap és származtatott mintahosszok) függvényében. Ahogyan azt előzetesen vártuk, telítődési görbe jellegű összefüggést kaptunk. A kiválasztott statisztikai módszerrel arra a kérdésre kerestük a választ, hogy mi az a mintahossz-méret, amin túl a fajszám már nem mutat szignifikáns növekedést. A görbének ezt a pontját, illetve ennek X tengelyre vetített vetületéhez tartozó értéket nevezzük ráfordítási minimumnak, azaz legalább akkora mintahosszokat kell meghalászni – amennyiben a cél a fenéklakó halegyüttes összetételének feltárása. Nyilvánvaló, hogy a minimum



6. ábra. Az egyes vízfolyástípusokban vizsgált kísérletes mintavételi ráfordítások (alap- és származtatott mintahosszok) és a hozzájuk tartozó mintákban tapasztalt átlagos fajszám (\pm S.E.) összefüggése

utóbbi javasoljuk a River4 vízfolyástípusra megállapított legkisebb mintahossznak. A mintavételezéssel kapcsolatos általános elvárások érvényesülése végett (ismétlés a mintavételben, hogy szórást is lehessen számolni), az egyes típusokra mintavételi helyenként háromszori ismétléssel történő mintavételezést javasolunk megvalósítani úgy, hogy a minták összeadott hossza elérje, vagy meghaladja a fentiek szerint meghatározott minimális mintahosszokat.

Fenti eredmények és megfontolások alapján azt a javaslatot tesszük, hogy az elektromos fenékháló (elektromos kece) alkalmazása esetén

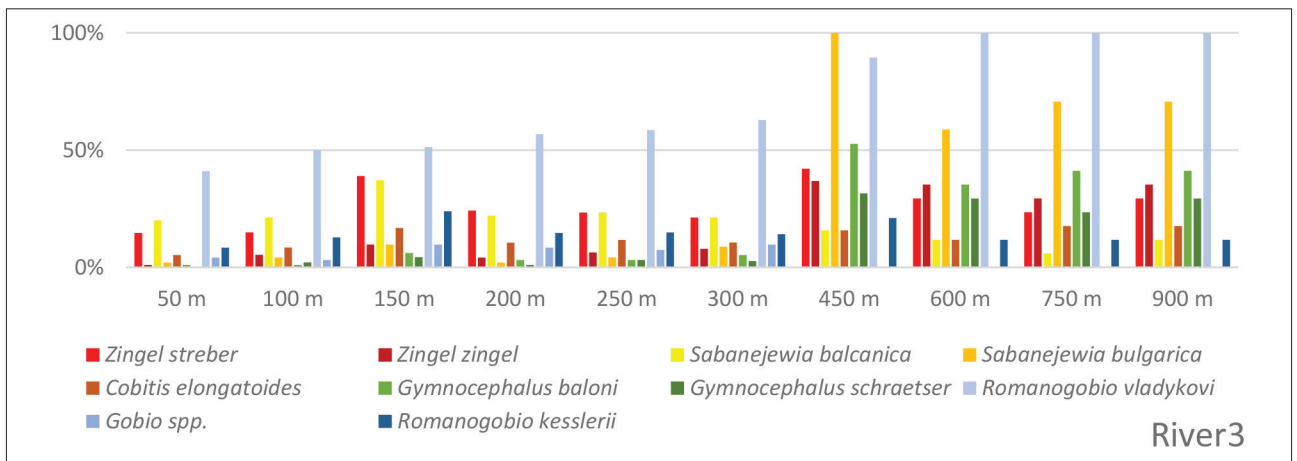
- a River3 típusba tartozó vízfolyásokon 3×200 m,
- a River4 típusba tartozó vízfolyásokon 3×300 m,
- a River5 típusba tartozó vízfolyásokon 3×500 m legyen az egységesített mintavételi hossz.

3.2. Fajokra vonatkozó vizsgálati eredmények

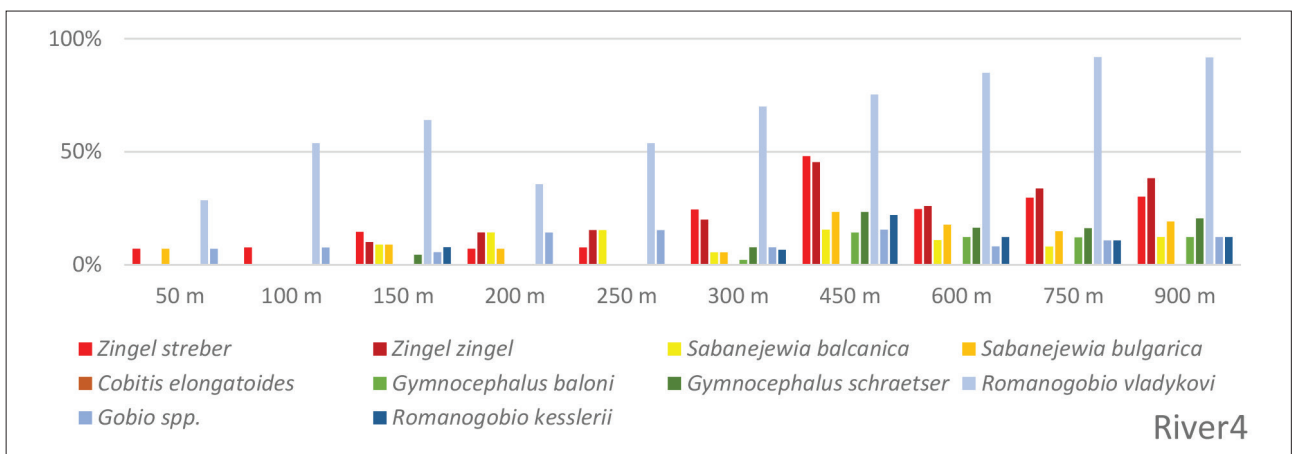
A pályázati tevékenység megvalósítása során vállaltuk a fejlesztendő eszköz alkalmazhatóságának vizsgálatát egyes, hazai védettséget élvező és/vagy közösségi jelentőségű halfajok állományaira vonatkozóan. Ezen fajok körét is leszűkítettük a fenéklakó fajok körére, mert bár több, hazai védettséget élvező és/vagy európai közösségi jelentőségű faj egyedei kerültek elő a felmérések során, a nem fenéklakó fajok vonatkozásában a módszert kevésbé tartjuk alkalmasnak, a partmenti elektromos halászzattal szemben.

A vizsgált fajok körét a következőkben határoztuk meg: német bucó (*Zingel streber*), magyar bucó (*Zingel*

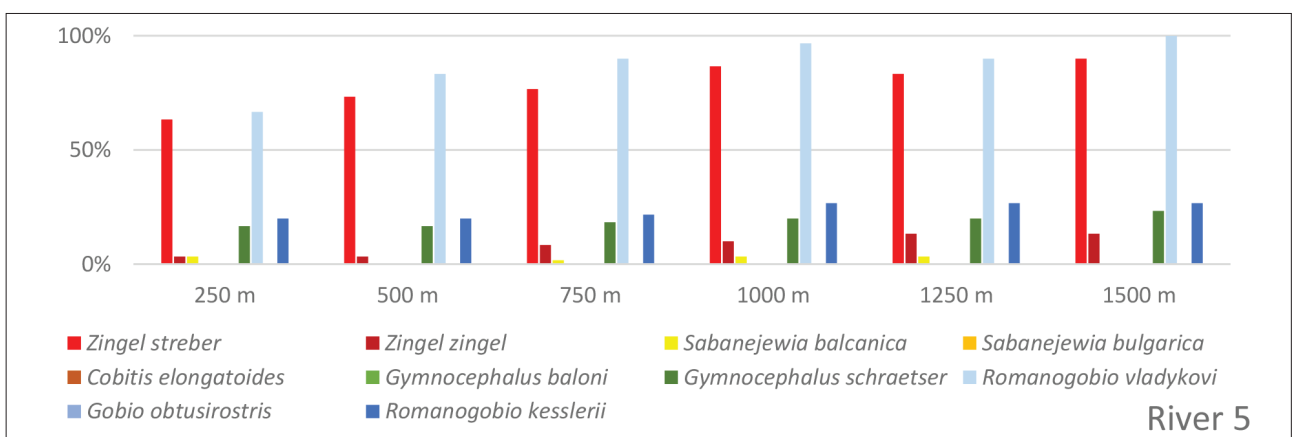
értéknél nagyobb mintahosszok tovább pontosítják az eredmények által kirajzolódó képet, de a ráfordítás/haszon aránya inntől gyorsan romlik. A statisztikai elemzések alapján megállapított legkisebb szükséges mintahosszok a következő értéket vették fel: River3 – 600 m, River4 – 250 m, River5 – 1200 m. A River4-hez tartozó adat némileg meglepett minket, mert azt vártuk, hogy a vízfolyás nagyságával (River3 < River4 < River5) arányosan nőni fog a kísérletesen megállapított minimálisan szükséges mintahossz is. A River4 esetében a 250 m legkisebb mintahossz a ráfordítás-minimalizálás alapján lett megállapítva, ugyanis a 250 m-hez és a 750 m-hez tartozó átlagos fajszám nem különbözött szignifikánsan. Ugyanakkor az optimális legkisebb hossz a 750 m lenne, mert a fajszám/húzáshossz görbe odáig mutat látható emelkedést. Mivel a statisztikai elemzés alapján a kapott eredmény alapján a 250 és a 750 m egyaránt megfelelő, a terepi tapasztalatok és szakértői vélemény alapján az



7. ábra. Fenéklakó védett halfajok különböző húzáshosszok által kapott előkerülési gyakoriságának grafikus ábrázolása a River3 vízfolyástípusban



8. ábra. Fenéklakó védett halfajok különböző húzáshosszok által kapott előkerülési gyakoriságának grafikus ábrázolása a River4 vízfolyástípusban



9. ábra. Fenéklakó védett halfajok különböző húzáshosszok által kapott előkerülési gyakoriságának grafikus ábrázolása a River5 vízfolyástípusban

zingel), balkáni törpecsík (*Sabanejewia balcanica*), bolgár törpecsík (*Sabanejewia bulgarica*), vágó csík (*Cobitis elongatoides*), széles durbincs (*Gymnocephalus baloni*), vágó durbincs (*Gymnocephalus cernua*), selymes durbincs (*Gymnocephalus schraetser*), halványfoltú küllő

(*Romanogobio vladkovi*), „fenékjáró küllő” fajcsoport (*Gobio* spp.: *G. carpathicus*, *G. obtusirostris*), homoki küllő (*Romanogobio kesslerii*). Ide kíváncozna még a felpillantó küllő (*Romanogobio uranoscopus*) is, de ez a faj a projekt keretében végzett felmérések során nem

került elő – és a projekten kívüli adatai között is csak kevés, fenékhálóval történt fogás van.

A megválaszolandó kérdés tehát az volt, hogy az egyes fajok vizsgálatára használandó mintavételi protokollokban milyen mintahosszokat kell meghatározni. Ennek megválaszolásához azt vizsgáltuk meg, hogy az adott fajra (fajcsoportra) nézve mi az a – vízfolyástípusra meghatározott – legkisebb mintahossz, ami a faj kimutathatóságát a legkisebb ráfordítással, de már nagy valószínűséggel biztosítja. Ezt úgy határoztuk meg, hogy minden faj esetében vízfolyástípusonként megvizsgáltuk azt, hogy az egyes mintahosszakhoz tartozó minták (2. táblázat) mekkora hányadában „került elő” az adott faj. A feltevésünk az volt, hogy az előkerülések aránya a mintahosszok függvényében telítődési görbe jellegű összefüggést fog mutatni, vagyis megállapítható az a mintahossz, aminek a növelése már nem hoz szignifikáns növekedést a faj előkerülési valószínűségében. Az egyes fenéklakó védett halfajoknak, illetve csoportjainak különböző mintahosszokkal kapott előkerülési gyakoriságát a három vizsgált vízfolyástípusban a 7–9. ábra mutatja be.

A fentebb – táblázatosan és grafikusán – bemutatott adatokból az alábbi következtetéseket vonhatjuk le. A River3 típusú vízfolyásokban (7. ábra) az összes fajra igaz, hogy az előkerülés valószínűsége 450 m-es mintahossz fölött már nem nő jelentősen, vagyis ez a mintahossz elégséges a vizsgált csoportokba tartozó fajok egyedeinek megtalálása szempontjából. A River4 vízfolyástípus esetében (8. ábra) a 600 m-es mintahossz az, aminek növelése már egyik vizsgált faj esetében sem változtat jelentősen az eredményességen. A River5 vízfolyástípusban (9. ábra) a csíkfélék (Cobitidae) eredményei (0–1%) nem adnak lehetőséget az értékelésre. A bucóknál (*Zingel streber*, *Z. zingel*) szinte lineáris növekedést tapasztalhatunk, viszont az előkerülési valószínűség 750 m-es mintahossz felett már alig nő. A durbins fajok (*Gymnocephalus baloni*, *G. cernua*, *G. schraetser*) esetében – ami ennél a folyótípusnál kizárólag a selymes durbinsot jelenti, a széles- és vágódurbins nullás eredményei matt – szinte

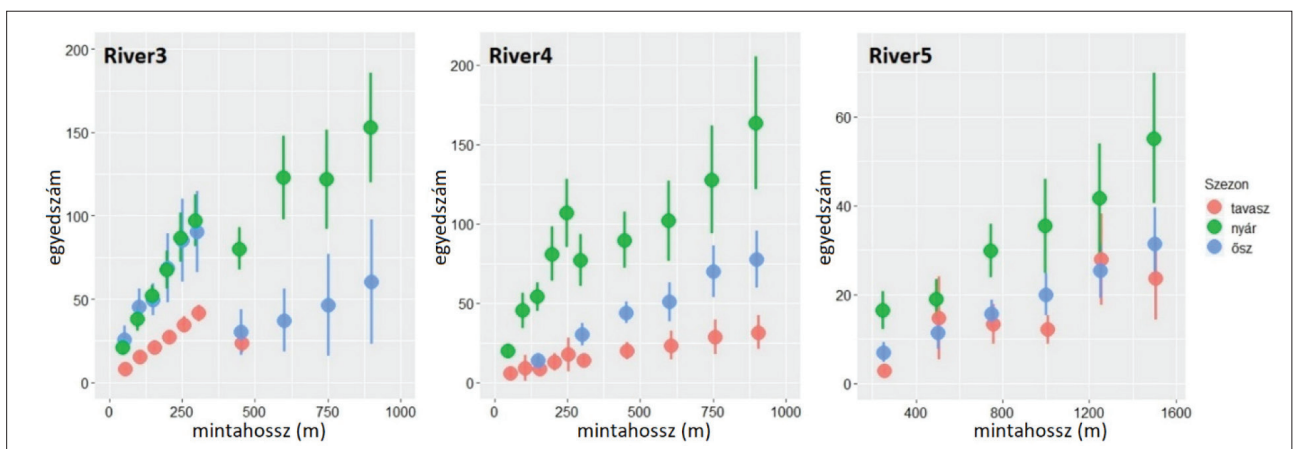
alig tapasztalható növekedés a legkisebb és a legnagyobb érték között (17–23%), ami nem ad lehetőséget messze-menő következtetésre. A küllő fajoknál (*Romanogobio kesslerii* és *R. vladykovi*, a *Gobio obtusirostris* nem került elő a fenékhálós felmérések során) állapítható meg a többi folyótípushoz hasonlóan meghatározott elégséges húzáshossz, ez pedig 1000 m.

Az eredményeket összevetve a halközösségekre vonatkozó vizsgálatok összegzésében javasolt, vízfolyás-típusonként meghatározott mintahosszokkal, azt láthatjuk, hogy az ott javasolt összesített mintavételi egység méretek (River3 – 600 m, River4 – 900 m, River5 – 1500 m), a védett fajokra kiszámolt minimális hosszoknál nagyobbak, vagyis az egységes protokoll részeként javasolt mintahosszak alkalmasak ezen fajok kimutatására is.

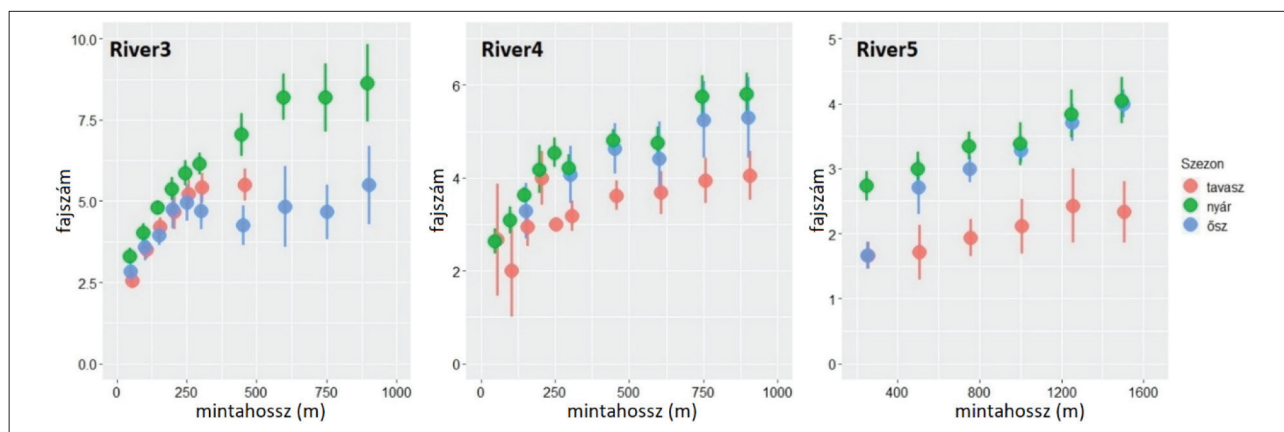
3.3. Az eszköz alkalmazhatóságának fenológiai vonatkozásai

A halközösségek kapcsán megvizsgáltuk azt is, hogy az elektromos fenékháló alkalmazásával végzett mintavételezés melyik fenológiai fázisban (praktikusan: melyik évszakban) adja a legtöbb információt szolgáltató eredményt. A mintavételre kijelölt vízfolyás-szakaszok egy részén (kb. 50 mintavételi hely) három fenológiai időszakban is végeztünk mintavételezést: tavasz (április–május), nyár (július–szeptember) és őszi (október–november). A téli, nyugalmi időszakban a halközösségek kímélete érdekében nem végeztünk mintavételezést. A vizsgált kérdés az volt, hogy az egyes fenológiai időszakokban vett minták egyed- és fajszáma hogyan viszonyul egymáshoz, illetve az, hogy ebből a szempontból vane különbség az egyes vízfolyástípusok között. A kapott eredményeket a 10. és 11. ábra mutatja be.

A kapott eredmények nagyon egybehangzóan azt mutatják, hogy mind az egyed-, mind a fajszám összehasonlítása alapján a nyári mintavételezés szolgáltatja a legtöbb információt a fenéklakó halközösségekről. Valamivel kevésbé eredményes az őszi, és legkevésbé informatív – főleg a fajszámra kapott eredmények alapján – a tavaszi mintavételezés.



10. ábra. A különböző fenológiai időszakokban kivitelezett mintavételek eredményességének összehasonlítása, a kapott átlagos egyedszámok (\pm S.E.) alapján, a különböző vízfolyás-típusokban



11. ábra. A különböző fenológiai időszakokban kivitelezett mintavételek eredményességének összehasonlítása, a kapott átlagos fajszámok (\pm S.E.) alapján, a különböző vízfolyás-típusokban

Az NBmR halközösségek monitorozására javasolt protokoll (SALLAI és mtsai. 2019) a part menti, elektromos halászgéppel végzett vizsgálatok sokéves tapasztalatai alapján készült, annak mintavételi időszakokra tett ajánlásai erős egyezést mutatnak a mi felméréseink elemzése alapján levont tanulságokkal. Amennyiben a vizsgálatra tervezett vízfolyásokon éves szinten mindössze egyszeri mintavételezésre van lehetőség, akkor azt a nyárvégi-kora őszi időszakra (augusztus–szeptember) javasoljuk ütemezni.

3.4. Az eszköz alkalmazhatósága vízi gerinctelen állatcsoportok vizsgálatára

Az elektromos fenékháló kialakításának és fejlesztésének már a korai időszakában tapasztaltuk, hogy az elektromos kece nemcsak halak, de néhány gerinctelen élőlénycsoport egyedeit is összegyűjti az aljatról. Ezen csoportok közül a halaknál tapasztalt reakcióhoz hasonló pozitív elektrotaxist (az elektromos mezőben az anód irányába történő aktív mozgás) csupán a tízlábú rákoknál (Decapoda), és kis mértékben a felemáslábú rákoknál (Amphipoda), hasadtlábú rákoknál (Mysida), vízipoloskákánál (Heteroptera: Nepomorpha) és a szitakötők (Odonata) lárváinál tapasztaltunk korábban. Ezzel együtt úgy gondoljuk, hogy a hálóba kerülés a felsorolt csoportok egyedei esetében is a lesúlyozott alín „fenékkotró”, járulékos működésének eredménye. A többi, hálóba került csoport esetében bizonyosan ez a „kotró effektus” az, ami a hálóba juttatja az egyedeket, hiszen úszásra képtelenek: ilyenek a kagylók (Bivalvia), csigák (Gastropoda). A fenékháló működésének kísérletes vizsgálata során a hálóba került fajok listáját az alábbi táblázat mutatja.

Az előkerülési adatokat áttekintve az első látásra feltűnik, hogy a vizsgált mintavételi módszer eredményességben nem hasonlítható össze a vízi makroszkopikus gerinctelenek célzott (faunisztikai és mennyiségi típusú) vizsgálatára kidolgozott, és rutinszerűen, protokollok alapján használt módszerekkel – leginkább a fenékkotrós, de a kézhálós (Standard Pond Net) mintavétellel sem. Feltételezésün-

ket alátámasztandó, a kapott adatokat összevetettük a BioAqua Pro Kft. biotikai adatbázisában szereplő, releváns előfordulási adatokkal (River3, River4 és River5 típusú vízfolyásokra vonatkozó, kb. 41 000 adat), ez alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az elektromos fenékhálós mintavételi eljárás a makroszkopikus vízi gerinctelenek állományaira nézve viszonylag kis faj- és egyedszámmal jellemezhető adatsort produkál. Ez nem is annyira meglepő annak ismeretében, hogy a fenti két mintavételi eljárás alapja az, hogy a mederanyag felső néhány cm-es rétegét aktívan megmozgatja, így a mederanyag szemcséivel együtt a közé behúzódó, magukat az üledékbe beásó állatokat is felszínre hozza. További jelentős különbség, hogy a gerinctelenek gyűjtésére szolgáló eszközök hálójának szembősége kb. 1 mm, míg az elektromos kece hálójának szembősége 6 mm. Fentiek tükrében tehát azt mondhatjuk, hogy a vízi makroszkopikus gerinctelenek elektromos fenékhálós gyűjtött adatai legfeljebb tájékoztató jellegű, kiegészítő faunisztikai adatok lehetnek. E megállapítás alól egy csoport fajai képeznek kivételt: a tízlábú rákok (Decapoda) egyedei a módszerrel kimondottan jól gyűjthetők célirányosan is (12. ábra), ezt saját felméréseink mellett egy fenékhálós módszert is használó országos tízlábú rák felmérés eredményei is alátámasztják (SALLAI & JUHÁSZ 2019).

A gerinctelenek feldolgozott alapadatai olyan kis számot tettek ki (kb. 700 adatrekord, összehasonlításképpen: a halak esetében 7310 adatrekord), hogy a – kis mintaszámból adódó – viszonylag magas hibalehetőség miatt statisztikai elemzést ugyan elvégeztük, de annak eredményeit nem tekintjük relevánsnak.

3.5. Az elektromos fenékháló protokoll-szerű használatára tett javaslatok

3.5.1. A mintavételezéssel vizsgálható víztér-típusok

Az elektromos fenékhálós mintavételi eljárás használata legalább 2 m-es vízmélység esetén javasolt, vagyis a River3,

3. táblázat. Az elektromos fenékháló működésének kísérletes vizsgálata során a hálóra került egyéb (gerinctelen) fajok, feltüntetve az előkerülések számát (összes alap-minta száma: 685)

Élőlélyn-csoport	Faj	Előkerülések száma
Bivalvia	<i>Anodonta anatina</i>	44
Bivalvia	<i>Anodonta cygnea</i>	9
Bivalvia	<i>Corbicula sp.</i>	123
Bivalvia	<i>Dreissena polymorpha</i>	39
Bivalvia	<i>Pseudanodonta complanata</i>	12
Bivalvia	<i>Sinanodonta woodiana</i>	59
Bivalvia	<i>Sphaerium corneum</i>	1
Bivalvia	<i>Unio crassus</i>	23
Bivalvia	<i>Unio pictorum</i>	34
Bivalvia	<i>Unio tumidus</i>	38
Gastropoda	<i>Borysthenia naticina</i>	4
Gastropoda	<i>Fagotia daudebartii acicularis</i>	3
Gastropoda	<i>Fagotia esperi</i>	3
Gastropoda	<i>Lithoglyphus naticoides</i>	97
Gastropoda	<i>Lymnaea stagnalis</i>	1
Gastropoda	<i>Radix balthica</i>	3
Gastropoda	<i>Theodoxus danubialis</i>	8
Gastropoda	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	23
Gastropoda	<i>Viviparus acerosus</i>	24
Ephemeroptera	<i>Heptagenia flava</i>	1
Odonata	<i>Calopteryx splendens</i>	4
Odonata	<i>Gomphus flavipes</i>	4
Odonata	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	19
Odonata	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	1
Heteroptera	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	13
Amphipoda	<i>Corophium robustum</i>	2
Amphipoda	<i>Dikerogammarus bispinosus</i>	12
Amphipoda	<i>Gammarus fossarum</i>	2
Amphipoda	<i>Obesogammarus obesus</i>	10
Mysida	<i>Limnomysis benedeni</i>	8
Decapoda	<i>Astacus leptodactylus</i>	6
Decapoda	<i>Orconectes limosus</i>	38

River4 és River5 (1. táblázat, 2. ábra) kategóriába tartozó vízfolyásokon alkalmazható, legyen az természetes vagy mesterséges eredetű. A módszer korlátozó tényezője lehet a víz folyási sebessége: felsőszakasz-jellegű nagyobb vízfolyáson a nagyon erős sodrás, és ezzel együtt a mederben esetlegesen előforduló akadók (fák, nagyobb kövek stb.) akár veszélyes helyzeteket is előidézhetnek, de a munkavégzést mindenképpen jelentősen megnehezítik. Érdemes megjegyezni itt azt is, hogy a mederben lévő nagyobb kövek (meso- és macrolithal mérettartomány: 6–20 és 20–40 cm) hálóra kerülése nemcsak a hálót károsíthatja (dörzsölés általi kilyukasztás), de a bekerült kisebb halak épségét is veszélyeztetheti.

A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer protokollja az állóvizet két kategóriába sorolja (1. ábra):

- Lake1 – minden hazai állóvíz, kivéve Balaton, Velencei-tó és Fertő-tó;
- Lake2 – Balaton, Velencei-tó és Fertő-tó.

Bár elektromos fenékhálós mintavételi eljárás alapvetően folyóvizet lett kifejlesztve, és kifejezetten azokra ajánlott, bizonyos feltételek teljesülése esetén állóvízen is alkalmazható. Ezek a feltételek a következők:

- megfelelő vízmélység (> 2 m);
- viszonylag kemény, egyenes és akadómentes mederaljzat – a háló iszappal való telítődése a vontatást és a kiemlést is ellehetetleníti, továbbá a hálóra került kisebb halak testi épségét is veszélyezteti;
- legfeljebb ritkás hínárnövényzet – a dús hínárnövényzet szintén ellehetetlenítheti, illetve nagyon megnehezítheti a mintavevő eszköz használatát.

Amennyiben a fenti feltételek teljesülnek, a két kategória bármelyik vizében használható az eszköz, bár a gyakorlat azt mutatja, hogy kevés ilyen víztest van.

3.5.2. Mintavételi gyakoriság, ütemezés

Amennyiben a vizsgálatra tervezett vízfolyásokon éves szinten mindössze egyszeri mintavételezésre van igény/lehetőség, akkor azt a nyárvégi-kora őszi időszakra (augusztus–szeptember) javasoljuk ütemezni.

Állóvizeken a módszer valószínűleg csupán ritkán, eseti jelleggel lesz alkalmazva, de ha hosszabb távú monitorozást alapoznak rá, akkor a mintázásra évi két alkalom javasolt:

12. ábra. Elektromos fenékhálóra fogott kecskerák (*Astacus leptodactylus* – balra) és cifrarák (*Orconectes limosus* – jobbra) példányok (fotók: Sallai Z.)



tavasszal (április 1. és május 30. között) és kora ősszel (augusztus 15. és szeptember 30. között), évi egyszeri felmérésre az utóbbi javasolt.

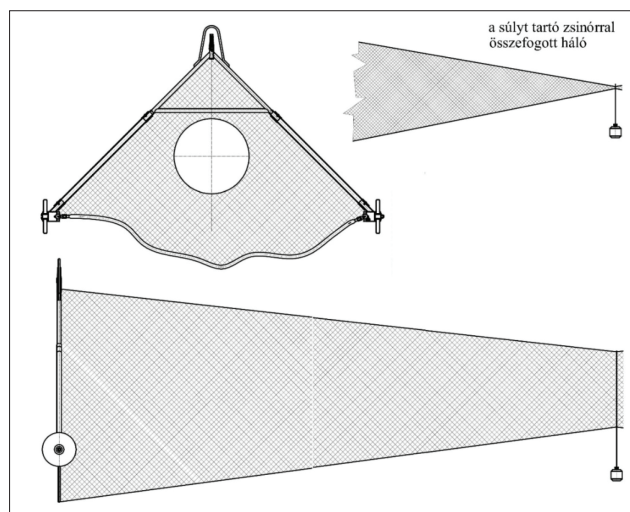
A fenékhálós mintavételezések javasolt időszaka a napkelte és napnyugta közötti időszak. Részben biztonsági okokból (főleg a láthatóság miatt), részben a halak nagy része a napnyugta utáni időszakban – táplálkozás céljából – felkeresi a litorális zónát, így ebben az időszakban kisebb arányban tartózkodnak a meder mélyebb pontjain.

3.5.3. A vizsgálat módszere

3.5.3.1. A mintavétel eszközei

3.5.3.1.1. Az elektromos fenékháló (elektromos kece)

Az elektromos kece az elektromos halászgépnek egy új típusú perifériája, melyben az anód szerepét az eszköz háromszög alakú keretének felső része (pontosabban a szárazak felső, kb. 60 cm hosszú szakaszai) veszik át, katódként pedig a háromszög alsó oldalát adó, ólommal súlyozott rézszalag (alín) funkcionál. A háromszög alakú keretnek az anód és katód közötti része szigetelő anyagból készül, a keret alján súlyozott kerek biztosítja az eszköznek az aljzaton tartását, illetve az azon való gördülést. A keret adó egyenlő szárú háromszög alapjának hossza kb. 160 cm, de az alín ennél valamivel hosszabb, hogy az aljzatra feküdvé, annak egyenletlenségeit kompenzálva, az elektromos kábulat következményeként esetleg az aljzaton „elfekvő” halakat, továbbá a kutatási tevékenység során vizsgálandó egyéb, nem úszó bentikus szervezeteket (tízlábú rákok, csigák és kagylók) is a hálóba juttassa. A keretre felvert háló szembősége 6 mm, alakja hosszú (~3 m) zsák. A vége felé szűkülő háló szájadéka nyitott, de vontatáskor a háló kifeszítésére szolgáló súly (kb. 1 kg, gömbölyded forma) zsinórával összehúzzuk és összekötjük, ezzel lezárva a háló zsákját. Az eszköz sematikus ábrázolása a 13. ábrán látható.



13. ábra. Az elektromos fenékháló (elektromos kece) sematikus rajza, elöl- és oldalnézet (forrás: SZELLEMI TULAJDON NEMZETI HIVATALA 2021)

Az egyenáramú halászgéptől a kecéig az elektromos áramot egy kéteres kábellel vezetjük le, ami rögzítve van a kece vonóköteléhez. A kieresztett kötel hossza a víz mélységéhez igazodik, figyelembe véve, hogy vontatáskor a kötel ferdén (kb. 45° szögben) vezet a csónaktól az eszközig. Hazai viszonyok között 25 m-nél hosszabb kötel (és kábel) nem indokolt. A kötelnek olyan erősnek kell lennie, hogy az eszköz esetleges elakadása esetén – akár mértékű károsodása (pl. hálózakadás, súly elvesztése) árán is – ki lehessen azt szabadítani.

3.5.3.1.2. Az elektromos halászgép

Az elektromos kece áramforrása lehet aggregátorról üzemelő halászgép (pl. Hans Grassl EL 64), de az aggregátor üzemelésével járó zaj és rezgés – különösen sekélyebb vízben érvényesülő – zavaró hatása miatt előnyben részesítjük az akkumulátorral üzemelő gépeket (pl. Samus, Shark Master, Hans Grassl IG 200). Normál használat mellett egy munkanapot végig lehet halászni két megfelelő kapacitású akkumulátorral.

3.5.3.1.3. A mintavételezést és a közlekedést szolgáló vízijármű

A tényleges halászati tevékenység csak csónakból, de a közlekedéshez és az egyes műveletekhez szükséges nagyobb teljesítmény miatt inkább kishajóból végezhető. A vízijárműnek kellően nagyoknak kell lennie, hogy a módszer viszonylag nagy eszközigénye ne okozzon helyhiányt, és ne akadályozza a hajón történő mozgást és munkát. Ezen túlmenően kellően stabilnak kell lennie ahhoz, hogy a mintavevő eszköz vízbe engedésével és vontatásával, valamint az eszköz felhúzásával és beemelésével járó mozgás ne idézzen elő veszélyes helyzetet.

3.5.3.1.4. A mintavétel személyi feltételei

A mintavételezéshez két személy elegendő, feltételezve, hogy rendelkeznek a tevékenység végzéséhez elengedhetetlen jogosultságokkal (elektromos halászgép kezelésére jogosító szakképesítés, járművezetői engedély kishajó vezetésére, kutatási engedély stb.), továbbá kellő mértékű vízbiztonsággal, járművezetői gyakorlattal, illetve a halfelismerésben (határozásban) való jártassággal.

3.5.4. A mintavételi eljárás

3.5.4.1. A mintavételi egységek kijelölése

A mintavételi szakaszok kijelölésénél a reprezentativitást minden víztípusnál kiemelten kell kezelni, úgy, hogy az egyes szakaszok minél változatosabb élőhelyeket foglaljanak magukba. Folyóvizek esetében a mintavételi egységeket a szakaszjellegnek, továbbá az NBmR által definiált vízfolyás-kategorizálásnak megfelelően kell kijelölni.

Az elektromos kecével történő felmérésekhez a River3 (közepes folyók) kategóriájú vízfolyásokban javasolt mintahossz 3×200 m; a River4 (nagy folyók) kategóriájú

vízfolyásokban 3×300 m, a Dunában (River5 – folyamok) pedig 3×500 m.

A fenti mintavételi egységeket úgy kell elhelyezni, hogy egymástól függetlenek legyenek, azaz az egyes húzások ne befolyásolják a még hátralévőket. Ennek feltétele, hogy az elektromos kece hatósugara ne fedjen át a következő mintavételi egység tervezett területével. Az ismétlések egymáshoz képesti elhelyezését a helyszínen tapasztalható viszonyok határozzák meg, ez lehet párhuzamos, folytatólagos, vagy ezektől eltérő elhelyezés. Sok esetben az aljzaton elhelyezkedő akadályok (nagyobb kövek, fák stb.) nem teszik lehetővé az előre meghatározott és megkezdett húzáshossz kivitelezését. Ebben az esetben a mintavételi egységet áthelyezzük, a húzást újrakezdjük.

Állóvízi fenékhálós mintavételekre – a módszer alkalmazásának esetleges volta miatt – nem látjuk értelmét egységes protokoll kidolgozásának. Célszerűnek tartjuk ugyanakkor itt is három, független mintavételi egység kijelölését, a mintahosszakat az aktuális felmérés céljához igazítva. A módszer balatoni kipróbálása során 3×200 m-es mintavételi egységekkel dolgoztunk, ami a tapasztalatok alapján (összehasonlítva az egyidejűleg végzett más elektromos halászati technikákkal) megfelelő eredményt adott.

3.5.4.2. A mintavétel technikai megvalósítása

Maga a mintavétel csónakból vagy hajóból történik, oly módon, hogy a jármű a víz folyásával megegyező irányban halad. A fenékhálót kezelő személy lassú haladás mellett leereszti az eszközt az aljzatra, majd a vontatókötelet kézben, kb. 45°-os szögben tartva, folyamatosan kontrollálva húzza azt az aljzaton (folyásirányban haladva). Ezalatt a hajó vezetője követi a mintavételre kijelölt vonalvezetést, illetve szabályozza a jármű sebességét. A vontatás sebességét úgy kell megválasztani, hogy az eszköz a víz áramlási sebességénél kis mértékben gyorsabban haladjon. Túl alacsony sebességnél a hal és egyéb vízi állat nem kerül a zsákba, mert elviszi a víz, és a háló sem veszi fel a szükséges alakot; túl gyors haladás esetén az eszköz – saját és vontatókötelének mozgatás általi közegellenállása miatt – elemelkedik az aljzatról. Megfelelően megválasztott sebességnél a kezelő személy a kötélen keresztül érzi, ahogy az eszköz kerekai gördülnek az aljzaton, némi tapasztalattal még annak minőségéről (mederanyag, egyenlenségek) is információt kap.

A kezelő az áramforrást – annak lábkapcsolója által – a vontatás alatt kisebb szünetekkel, de folyamatosan működteti. Ez ugyanakkor nem jelenti azt, hogy a vontatás során a hálóba került hal és egyéb vízi állat folyamatosan az elektromosság hatása alatt van, ugyanis a viszonylag hosszú (~3 m) zsák végébe sodródva kikerül az elektromos erőteréből, megelőzve a hosszabb ideig tartó elektrosokk esetleges negatív hatását.

A mintaszakasz végén a kezelő a kecét a hajóhoz húzza

(folyamatos haladás mellett, hogy a háló kifeszített állapotban maradjon), majd a keretet a csónakba emelve, beszedi a hálót is, lassan és finoman rázogatva, hogy az összes hal és egyéb vízi állat biztosan a zsák végébe kerüljön. A művelet végén a hálósúly zsinórjának megoldásával nyitja a háló szájadékát, és a benne lévő állatokat egy előre odakészített, vízzel megtöltött ládába vagy tálcára üríti ki. Ezután a két mintavételező személy a láda tartalmát aprólékosan átvizsgálva rögzíti (célszerűen diktafonon, szükség esetén fényképekkel kiegészítve) a részletezett fogási adatokat, miközben a halakat és egyéb vízi állatokat (pl. tízlábú rákok, kagylók, rovarlárvák) folyamatosan helyezi vissza a vízbe.

4. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a Pénzügyminisztériumnak, hogy a GINOP pályázati forrás általi finanszírozással lehetővé tette a fent részletezett tevékenységek megvalósulását. Köszönjük továbbá Polyák Lászlónak, Koncz Dávidnak és Sallai Mártonnak a terepi munkában nyújtott értékes segítséget.

5. FELHASZNÁLT IRODALOM

SALLAI Z. & JUHÁSZ P. (2019): Elektromos kece alkalmazása a haltani kutatásoknál a Tisza bal parti hazai vízgyűjtőjén és a Zagyván. XLIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, előadás.

SALLAI Z., ERŐS T., & VARGA I. (2020): Halközösségek monitorozása – szabványosított NBmR protokoll [http://www.termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/NBmR/Halak/2b_Halas%20protokoll_080826_vegl_honlapra%20helyek%20n%C3%A9lk%C3%BCI.pdf]

SALLAI Z., VARGA I. & ERŐS T. (2019): Halközösségek monitorozása Magyarország különböző típusú állóvizeiben és vízfolyásokban. In: A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer eredményei II. – Gerinces Állatok. Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság, Szarvas: 157–179.

SZALÓKY, Z., GYÖRGY, Á.I., CSÁNYI, B., TÓTH, B., SEVCSIK, A., SZEKERES, J. & ERŐS, T., (2011): Development and testing of an electrified benthic trawl for monitoring benthic fish assemblages in the River Danube. *Pisces Hungarici* 5: 37–42.

SZALÓKY, Z., GYÖRGY, Á. I. TÓTH, B., SEVCSIK, A., CSÁNYI, B., SPECZIÁR, A. & ERŐS, T. (2014): Application of an electrified benthic framed net (EBFN) for sampling fish in a very large European river (the River Danube) – Is offshore monitoring necessary? *Fisheries Research* 151: 12-19.

SZELLEMI TULAJDON NEMZETI HIVATALA (2021): Elektromos fenékháló – használati mintaoltalmi okirat. Jogosult: Globe-Ecology Kft., feltaláló: Sallai Zoltán. 11 oldal és 5 ábra.

Analysis of Certain productive parameters of pikeperch fingerlings (*Sander Lucioperca Linnaeus, 1758*) grown in artificial conditions

¹Polishchuk Oleksii, ¹Kurinenko Hanna, ²Lengyel Szvetlana, ¹Hrytsyniak Ihor

¹Institute of Fisheries of the NAAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine;

²Hungarian University of Agriculture and Life Science, Godollo, Hungary

Abstract

In today's conditions, due to the decrease in industrial fisheries of wild pikeperch, there is an urgent need to reproduce this species in artificial conditions. Scientists conduct various types of research aiming to raise viable fries with a minimum mortality rate and maximum dynamics of mass accumulation. This work presents the results of research on artificial propagation and further rearing up to an average individual weight of 0.2-0.3g under tanks and pond conditions. Using this technology makes it possible to obtain pikeperch larvae with an average weight of 2.3 to 2.6 g in 31 days of rearing. In the future, using the technology of rearing in ponds, fingerlings with an average individual weight of 55.6 - 68.7 g will survive and reach 80.2 -83.0 g.

Introduction.

In the last 20 years, there has been an intensive transformation in European aquaculture from a cultivation of traditional objects to new ones, the leading place among which is occupied by pike perch (*Sander lucioperca*) [1–3]. In Ukraine, pikeperch has been traditionally cultivated for many decades as a supplementary object in pond aquaculture with carp and herbivorous fish species [4, 5], as it allows to purposefully creation an ichthyofauna of water bodies and increases their fish productivity due to the destruction of trash species and accordingly, the improvement of pasture conditions for the main aquaculture facilities. At the same time, for a long time, the industrial catch from natural reservoirs proportionally satisfied the market needs of the population of Ukraine [4–7]. Therefore, in parallel with the decrease in the volume of wild catches due to the influence of anthropogenic load (overfishing, poaching, regulation of rivers), scientists began to develop methods of artificial breeding of this species. The foreign direction of scientific work on pike perch was mainly aimed at breeding in ponds [8–11]. At the same time, scientists claim that the growth rate of this species can be high, however, as with most species of predatory fish, it has a long period of transition to

external feeding, which can last up to three weeks. As a result, we observe significant mortality, up to 80%, caused by prolonged starvation. Solving this problem is possible through the improvement of feeding methods. The method of permanent feeding of larvae in small portions is often used [12–14].

Taking into account the above, we can state that pikeperch is a promising object of aquaculture, but there are problems with its cultivation, especially during the rearing of larvae at the early stages.

Material and Method.

The material for the study was young pike perch obtained under factory conditions. The results of the study are a continuation of previous work, the results of which are covered in a scientific journal [15]. The research was conducted in the conditions of PrJSC “Khmelnyskrybhos”, Medzhibyzh fish farm. The total rearing area is 3 tanks of 25m³ each. The source of water supply of the tank was a reservoir. Water was collected and filtered through a mechanical filter with different mesh sizes. Then it went into a tank equipped with a water-heating system (which made it possible to control the temperature of the water regardless of weather conditions). Preheated water went to the larvae tank pools (larvae after the resorption of the yolk sac and transition to external nutrition).

The experiment was conducted in two stages. The first stage was 14 days long. During this period, the stocking density was 40,000 sp/m³. The water temperature in the tanks was gradually increased to 18-20°C. Feeding was with carried out *Artemia spp. nauplii* fed in small portions several times a day during daylight hours. The daily rate was calculated as 1 g of cysts / 1000 specimens. larvae

The duration of the second stage, where a transition to artificial feeding gradually took place, was 16 days. To avoid cannibalism, the stocking density was reduced to 5; 6 and 7 thousand/m³. The feeding schedule for this period is shown in the table. 1.

For the artificial feeding, we used Futura 64/9-64/12 and Futura 56/18 from Aller Aqua, which are recommended for feeding larvae of predatory fish species such as trout,

Table 1. Schedule of the second stage of pikeperch breeding, days 15 to 31 (transition from live to artificial feed)

Ratio of feed components	Cultivation day								
	15	17	19	21	23	25	27	29	30
Live feed, % (<i>Artemia spp</i>)	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Artificial feed, %	10	20	30	40	50	60	70	80	90

pikeperch, pike, perch, etc (Table 2). While Aller Aqua has a specially formulated feed for pikeperch, due to economic reasons and problems with the feed availability, a more common and wide-spread trout feed was used.

Table 2. Feed content

Parameters	1.3 mm	1.5 mm
Crude protein (%)	58	55
Crude fat (%)	17	20
NFE (%)	6.0	3.8
Ash (%)	10.1	12.4
Fibre (%)	0.9	0.8
P (%)	1.2	1.8
Gross energy (MJ)	21.6	21.7
Digestible energy (MJ)	20.1	20.2

Note: <https://www.aller-aqua.com/species/cold-freshwater-species/rainbow-trout>

After the period of tank conditions, pikeperch fingerlings were reared in ponds for 220 days in polyculture with common carp. At the same time, the stocking density in Pond No. 2 with an area of 8.7 hectares was 5.7 thousand specimens, in Pond No. 3 with an area of 8.8 hectares - 7.9 thousand specimens, and in Pond No. 7 with an area of 9.5 hectares – 10.2 thousand specimens.

The study of the growth rate was carried out by measuring of individual weight and linear measurements during control catches. Fish were measured anesthetized, with compliance with the DNH principle and taking into account fish welfare. The main biological indicators were studied according to the methods generally accepted in fish farming. The individual body length was determined with the help of graph paper and a measuring tape with an accuracy of up to 1 mm. Weighing was carried out on electronic scales with an accuracy of up to 0.01 g.

Statistical processing of materials was performed using a package of standard Microsoft Office programs.

Results

The average weight of the female breeders was 2.5 kg. At the same time, the working fertility was slightly more than 200,000 eggs. The incubation period was 14 days. The survival of larvae from one female averaged 141.4 thousand specimens, which was 70%. Survival of larvae at the end of the second stage was 35% (Table 3).

Table 3. Characteristics of reproductive indicators of females used for artificial reproduction

Body weight, kg	2,51±102,74
Mass of produced eggs, g	183,6±8,80
Working fertility, thousands of eggs	202,0±9,68
Relative working fertility, thousands of eggs	202,0±9,68
Eggs obtained in % of body weight	7,3±0,14
Survival of free embryos from fertilized eggs, thousand pieces/1 female	141,4±6,78
Survival of larvae from free embryos, thousand specimens/1 female	49,5±2,37

On the 14th day of rearing, the average weight of the larvae was 0.2-0.3 g. At this stage, the larvae passed the stage of yolk sac resorption and had a clear response to artificial food. To avoid cannibalism, the larvae were divided into 3 tanks with a stocking density of 5, 6 and 7 thousand/m³ (Table 4).

Table 4. Characteristics of conditions for rearing pikeperch larvae rearing at the 2nd stage.

Tank number	1	2	3
The number of larvae, thousands of specimens/tank	250	300	350
Area of tanks (total, 2 x 25), m ³	50	50	50
Average weight, g	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,3
Stocking density, thousand pieces/m ³	5	6	7
Duration of rearing, days	14	14	14

As a result, the decreasing dynamics of body weight accumulation was observed depending on the stocking density. The maximum value was 2.6 g in the first experiment, where the density was 5 thousand m³, and it was 7.7% higher than in experiment #2, and 11.5% higher than in experiment #3. Accordingly, the survival rate was also the highest in experiment 1 resulting to 58% (Table 5).

When the weight of pikeperch larvae reached 2.0 g, they were transferred to ponds with a stocking densities ranging from 5.7 to 10.2 thousand specimens/ha (Table 6).

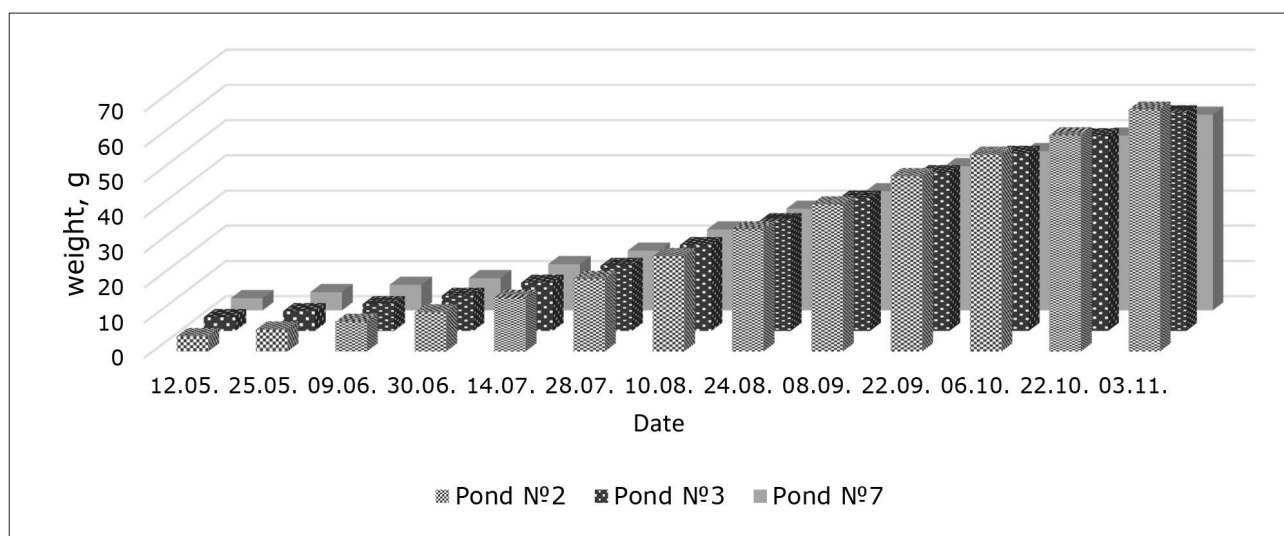
As a result, it was seen that Pond No. 2 provided the best growth rate. The average body weight was 68.7 g, which

Table 5. Results of rearing pikeperch larvae in pools

Tank number	Weight, g		Length, mm		Total weight, g	Quantity, thousand pcs	Survival rate, %
	Min - Max	Average	Min - Max	Average			
1	1,4-3,9	2,6	34-57	45,5	377	145	58
2	1,3-3,7	2,4	33-54	43,5	367,2	153	51
3	1,15-3,4	2,3	28-49	38,5	370,3	161	46

Table 6. Further rearing of pikeperch in ponds, 220 days

Parameters	Ponds		
	2	3	7
Quantity of larvae in one pond	50	70	100
Total area of the pond, ha	8,7	8,8	9,5
Average individual weight, g	2,6	2,4	2,3
Stocking density, thousand specimens/ha	5,7	7,9	10,2
Final survival rate, %	81%	83%	80,2%

**Figure 1. Growth dynamics of pikeperch fingerlings during the spring-summer period (2021)**

was 10.0% and 19.1% higher than the same parameters in Pond No. 3 and Pond No. 7 by respectively.

Also, high survival rates in the range of 80.2 - 83.0% were recorded, with the maximum rate corresponding to the stocking density of 7,9 thousand larvae/ha.

Conclusion

As a result of the conducted researches it was proved that the application of the combined technology allows to obtaining viable fish seed material for pikeperch in one growing season. Thus, rearing at a stocking density of 5 to 7 thousand /m³ provides fish with an average weight of 55.6 to 68.7 g, with an average survival rate of 80.2 - 83.0%.

References

1. Dil, H. & Teletchea, F. (2008). The European market of the pikeperch for consumption. In: *Percid fish culture, from research to production*. Kestemont, P., Fontaine, P., Teletchea, N. & Wang N. (eds). Namur, Belgium : Presses Universitaires de Namur, 15-16.
2. Martin, B. & Vandevorde, D. (2008). Lucas Perches: production of Eurasian perch in recirculating system. In: *Percid fish culture, from research to production*. Kestemont, P., Fontaine, P., Teletchea, N. & Wang N. (eds). Namur, Belgium : Presses Universitaires de Namur, 66.
3. Philipsen, E. & van der Kraak, G. (2008). Excellence fish: production of pikeperch in recirculating system.

In: *Percid fish culture, from research to production*. Kestemont, P., Fontaine, P., Teletchea, N. & Wang N. (eds). Namur, Belgium : Presses Universitaires de Namur, 67.

4. Hrynzhevskiy, M. V., Tretiak, O. M., Alimov, S. I., Hrytsyniak, I. I. & Borbat, M. O. (2001). *Netradytsiini obiekty rybnytstva v akvakulturi Ukrainy*. Kyiv: Svit.

5. Tretiak, O. M., Hrytsyniak, I.I., Kotsiuba, V. M. & Hankevych B. O. (2008). Biologichna kharakterystyka ta tekhnologichni pryomy kultyvuvannia dodatkovykh i netradytsiinykh obektiv rybnytstva. In: *Fermerske rybnytstvo*. Kyiv: Herb, 333-361.

6. Hrynzhevskiy, M. V. & Pekarskiy, A. V. (2004). *Optimizatsiia vyrobnytstva produktsii akvakultury*. Kyiv : PolihrafKonsaltnyh.

7. Hrytsyniak, I. I., Hrynzhevskiy, M. V., Tretiak, O. M., Kiva, M. S., & Mruk, A. I. (2008). *Fermerske rybnytstvo*. Kyiv: Rybka moia.

8. Del'muhametov, A. B. (2012). Biotehnika formirovaniya i jekspluatsii remontno-matochnogo stada sudaka v ustanovkah zamknutogo cikla vodoobespecheniya. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kaliningrad.

9. P'janov D. S., Molchanova K. A., Del'muhametov A. B., Hrustalev E. I. (2016). Osobennosti domestikatsii sudaka (*Sander lucioperca*) i raduzhnoj foreli (*Oncorhynchus mykiss*) na jetapah rosta i sozrevaniya v uslovijah ustanovok zamknutogo vodoobespecheniya. *Izvestija KGTU*, 43, 55-56.

10. Müller-Belecke, A. & Zienert, S., (2008). Out-of-season spawning of pike perch (*Sander lucioperca* L.) without the need for hormonal treatments. *Aquaculture Research*, 39, 1279-1285.

11. Ljubobratović, U., Geza, P., Horvath, Z. & Balogh E. (2015). Intensive rearing performance of three pikeperch (*Sander lucioperca*) fingerling populations from Hungary. *Water and Fish : 7th International conference, Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun, Serbia*, 350-355.

12. Żakęś Z., Kowalska, A., Czerniak, S. & Demska-Zakęś, K.. (2006). Effect of feeding frequency on growth and size in juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* (L.). *Czech Journal of Animal Science*, 51, 85-91.

13. Schram, E., & Roques, J., van Kuijk, T., Abbink, W., van de Heul, J., de Vries, P., Bierman, S., van de Vis, H. & Filk, G. (2014). The impact of elevated water ammonia and nitrate concentrations on physiology, growth and feed intake of pikeperch (*Sander lucioperca*). *Aquaculture*, 420-421, 95-104.

14. Wang, N., Xu, X. & Kestemont, P. (2009). Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*). *Aquaculture*, 289, 70-73.

15. Polishchuk O. M., Hrytsyniak I. I., Kurinenko H.A., Syrovatka D. A., Simon M. Yu., Kolesnyk N. L., Lengyel S. A. Effect of different commercial spawning agents on the effectiveness of zander, *Sander lucioperca* (L.), reproduction under controlled conditions in Ukraine. *AAFL Bioflux*, 2023, 16(1), P. 307-316.

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

A dolgozat címe: A MAGYARORSZÁGI ÁRUTERMELŐ PONTY (*CYPRINUS CARPIO* L.) ÁLLOMÁNYOK GÉNTARTALÉKAINAK VIZSGÁLATA MITOKONDRIÁLIS ÉS MIKROSZATELLIT MARKEREKRE ALAPOZVA

Szerző neve: Véghné Tóth Bianka Mónika

A témavezető neve: Prof. Dr. Kusza Szilvia

A védés helye, ideje és Doktori Iskola neve: Debreceni Egyetem, Debrecen, 2022. december 13., Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

A dolgozat on-line elérhetősége: <https://hdl.handle.net/2437/341212>

Összefoglalás

A tenyésztett pontyoknak Magyarországon helyi populációi alakultak ki, melyek az eltérő környezeti feltételekből, a haltenyésztők egyéni módszereiből és a zárt tenyésztési rendszerekből adódhatnak. A ponty hatalmas piaci kereslete ellenére a különböző tájfajták eredetét, valamint rokonsági viszonyait illetően hiányos genetikai adatokkal rendelkezünk. A hatékonyabb és biztonságosabb pontytermelés feltételeinek megteremtésében, valamint, hogy a klímaváltozás kihívásaira eredményesen és gyorsan tudjunk reagálni, kiemelten fontos az őshonos magyar pontytájfajták szélesebb körben való megismerése, a bennük rejlő genetikai tartalékok feltérképezése.

A magyar halgazdaságok a saját ponty állományukat külön tájfajtnak tekintik, melyek esetében a fenotípusos különbség elenyésző. Hazánkban kizárólag fajtaelismerésre bejelentett vagy fajtaelismeréssel rendelkező fajták, vagy hibridek hozhatóak kereskedelmi forgalomba továbbtenyésztésre, amennyiben rendelkeznek az eredetükről szóló fajtaelismeréssel. Jelenleg genetikai szűrést nem tartalmaz a teljesítményvizsgálat.

Az őshonos magyar pontytájfajták genetikai rokonsági fokának meghatározására, a tájfajták közötti genetikai különbségek felmérésére, továbbá annak érdekében, hogy a molekuláris genetikai hiányosságok pótlásához további információval szolgálhassunk mikroszatellit és mitokondriális DNS markereken alapuló módszerekkel végeztünk vizsgálatot.

Mikroszatellit markereken alapuló vizsgálattal elemeztük a populációk közötti genetikai távolságokat, valamint a genetikai diverzitást tizennégy magyar pontytájfajta (biharugrai tükrös, pikkelyes, hajdúböszörményi tükrös, hajdúszoboszlói tükrös, hajdúszoboszlói pikkelyes, hortobágyi tükrös, pikkelyes és nyurga, szarvasi 15 tükrös, szarvasi P3 pikkelyes, szegedi pikkelyes, szegedi tükrös, tatai



Bianka önarcképe

pikkelyes, amuri pikkelyes vadponty) 630 egyede esetén tizenkettő polimorf mikroszatellit marker (Cca24, Cca67, MFW1, MFW2, MFW3, MFW4, MFW6, MFW7, MFW11, MFW13, MFW15, MFW16, MFW17, MFW20, MFW26, MFW29, MFW31) alkalmazásával. A mitokondriális DNS citokróm *b* markeren alapuló vizsgálatunk esetén összesen 138 magyar pontytájfajtaól származó egyed és további 112 NCBI adatbázisban elérhető szekvenciát elemeztünk.

A citokróm *b* régió 687 bázispár (bp) hosszúságú szakaszát elemeztük.

A mikroszatellit markereken alapuló eredményeim a következők:

- Bizonyítottam tizenkettő polimorf mikroszatellit marker alkalmazásával, hogy az általam vizsgált tizenhárom magyar ponty tájfajta és az amuri vadponty egyedei 93,64%-ban a származásuknak megfelelő tájfajtaéhoz csoportosulnak.

- Megállapítottam, hogy az általam vizsgált magyar pontytájfajtákban belül nagy a heterozigotitás, mely arra utal, hogy hazánkban beltenyésztési leromlástól jelenleg nem kell tartanunk.

- Kimutattam, hogy az általam vizsgált magyar pontytájfajták, néhány kivételtől eltekintve, elkülönülnek egyéb országból származó ponty populációktól.

A mitokondriális DNS markereken alapuló eredményeim a következők:

- A citokróm *b* mitokondriális régió 687 bp hosszú szakaszának szekvenciái alapján az általam vizsgált magyar pontytájfajtákban 43 haplotípust mutattam ki, melyek közül 40 új haplotípusként jelent meg. Bizonyítottam, hogy az általam vizsgált magyar pontytájfajták egy közös haplotípusba csoportosulnak, kivételt jelentett ez alól a hortobágyi nyurga tájfajta.

Együttesen, a két markeren alapuló eredményeim a következők:

- A tizenkettő polimorf mikroszatellit marker és a citokróm *b* mitokondriális marker segítségével bizonyítottam, hogy a magyar pontytájfajták keverednek egymással, genetikai varianciájuk az egyedek között jelentős.

- A klaszteranalízis eredményei alapján ugyanazon öt tájfajta (biharugrai pikkelyes, hajdúböszörményi tükrös, hajdúszoboszlói pikkelyes, szarvasi 15 tükrös, szarvasi P3 pikkelyes) egyedei hasonlóan ugyanabban a klaszterben nagyon magas tagsági együtthatókkal csoportosultak, mely bizonyítja ezen tájfajták valódi létezését.

- A mikroszatellit módszeren alapuló Median-Joining Network analízis, valamint a genetikai diverzitás paramétereire vonatkozó adatok (egyedi allélek száma és allélgazdagság), továbbá a mitokondriális DNS markeren alapuló klaszteranalízis igazolta, hogy a hortobágyi nyurga tájfajta tekinthető leginkább genetikailag különálló tájfajtnak.

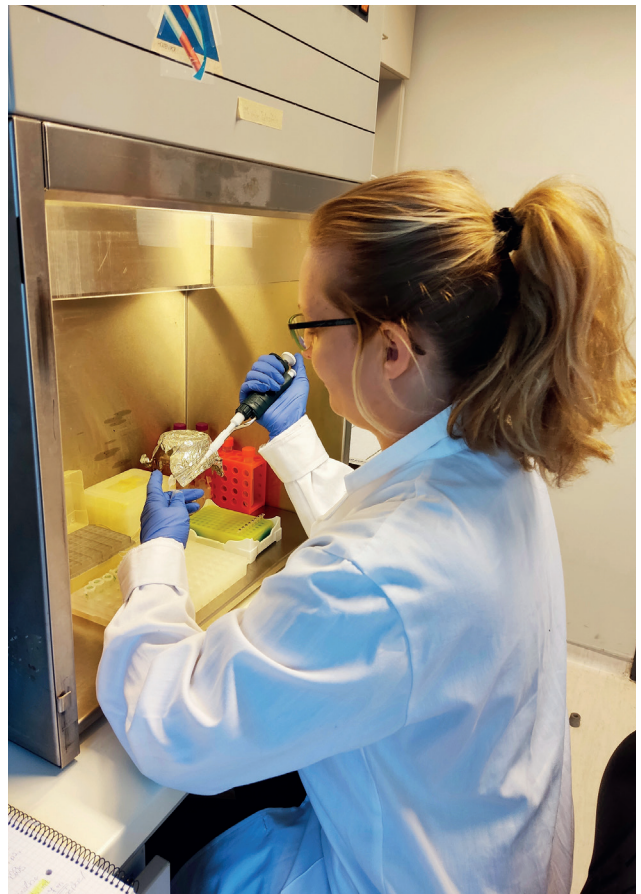
Véleményünk szerint az általunk vizsgált tájfajták közötti keveredés emberi tevékenységből adódhat, amelyet a piac határoz meg. Úgy gondoljuk, hogy a magyar pontytájfajták folyamatos monitorozására a jövőben is szükség van.

Szakmai életrajz

Véghné Tóth Bianka 1988. december 24-én született Sátoraljaújhelyen. Gyermekkorát vidéki környezetben, Füzéren töltötte, családjával együtt mai napig kötődnek az agrárágazathoz, mind állattartás, mind gyümölcstermesztés terén. Általános iskolai tanulmányainak alsó tagozatát Füzéren, felső tagozatát Füzérkomlóson végezte. Középiskolai tanulmányait 2003-2007 között Sárospatakon végezte az Árpád Vezér Gimnáziumban, ahol német-biológia specializációjú osztályba járt.

Egyetemi tanulmányait a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar (DE MÉK), Természetvédelmi, Állattani és Vadgazdálkodási Tanszékén kezdte, ahol 2010-ben természetvédelmi mérnöki BSc diplomát szerzett, majd tanulmányait a Debreceni Egyetem Természetudományi és Technológiai Kar Biológus Szak, Molekuláris genetikai, sejt- és fejlődésbiológia szakirányán folytatta, ahol 2013-ban, okleveles biológus MSc diplomát szerzett. TDK dolgozatát és egyben diplomadolgozatát a DE MÉK Állatgenetikai laboratóriumában írta „Magyarország területén található házi méh (*Apis mellifera*) populációk genetikai diverzitás vizsgálata mitokondriális DNS vizsgálattal” címmel, konzulensei Prof. Dr. Kusza Szilvia és Dr. Péntek-Zakar Erika voltak. Ezzel a dolgozattal a kari TDK-n különdíjas lett, majd az OTDK-n Állatgenetika és biotechnológia szekcióban 2. helyezést ért el.

Az egyetemi éveit folyamatosan dolgozott főként pályázati tevékenységgel, természetvédelemmel, valamint molekuláris genetikával összefüggő munkaterületeken, ezzel párhuzamosan 2011-től gyakornokként vett részt a Debreceni Egyetem MÉK Agrár Genomikai és



Bianka a laborban

Biotechnológiai Központ Állatgenomikai Laboratórium kutatói munkáiban.

2014-2015 közötti időszakban biológusként, fő állásban dolgozott a Debreceni Egyetem Általános Orvostudományi Kar Biokémiai és Molekuláris Biológiai Intézet Őssejt Laboratóriumában, ahol fő tevékenysége a dendritikus sejtek, transzkripció faktorok (SpiB és Runx3) vizsgálata volt.

2016-ban megbízást kapott a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Főigazgatói Titkárság titkárságvezetői feladatainak ellátására, PhD kutatási témájával, ezen tevékenységével párhuzamosan, 2017-től foglalkozott.

2022-ben felvételt nyert a Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskolájába egyéni tanrendes képzésre. Témavezetője Prof. Dr. Kusza Szilvia.

Debrecenben él férjével, Tamással. Jelenleg a Debreceni Egyetem MÉK Agrár Genomikai és Biotechnológiai Központjának tagja, mely központ állat- és növénygenomikával, valamint növénybiotechnológiával foglalkozik, Prof. Dr. Dobránszki Judit vezetésével. Fő tevékenységi témaköre az állatgenomikai kutatócsoporton belül az akvakultúra, különös tekintettel a ponty fajra vonatkozóan. 2019-től növénygenomikai, főként transzkripció vizsgálatokban is részt vesz.

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

A dolgozat címe: TENYÉSZTETT PISZTRÁNGFÉLÉK DAGANATOS MEGBETEGEDÉSEINEK VIZSGÁLATA

Szerző neve: Dr. Hoitsy Márton György

A témavezetők neve: Dr. Molnár Tamás és Dr. Gál János

A védés helye, ideje és Doktori Iskola neve: 2023. február 28., Kaposvár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

A dolgozat on-line elérhetősége: https://phd.mater.uni-mate.hu/264/1/Doktori%20%C3%A9rtekez%C3%A9s_Hoitsy_2022_V%C3%A9gleges_DOI.pdf

Összefoglalás

Doktori munkám során a következő kísérletek megvalósítását tűztem ki célul:

- Vizsgálataim során célul tűztem ki a Magyarországon tenyésztett, daganatos megbetegedésekkel érintett szívárványos pisztráng állományok alapos állatorvosi kivizsgálását.
- Kutatásaim során a tumorok kórszövettani, immunhisztokémiai módszerekkel történő azonosítása és differenciálása elengedhetetlen cél volt.
- Munkám során kitűzött terveim között szerepelt a neoplasztikus elváltozások esetleges vírusos eredetük vizsgálatát.
- Törekedtem egy olyan optimális képkalkító diagnosztikai eljárás kidolgozására, mely segítheti a tenyésztőket és a velük dolgozó állatorvosokat a daganatok korai fázisban való felismerésében.

1. Eredmények

Kutatásunk során szívárványos pisztráng tenyészállományban vizsgáltuk a gyomor-bél eredetű, metasztázist is képző adenokarcinómákat képkalkító diagnosztikai, kórszövettani, immunhisztokémiai és virológiai módszerekkel. A halak daganatos megbetegedéseiről egyre több ismeretanyag halmozódik fel, és egyre több publikáció születik a témában. Kutatásunk során a szívárványos pisztrángban talált gyomor-bél eredetű adenokarcinóma előfordulása nem egyedi, esetükben előfordult áttét a májban, amiről mi is beszámoltunk.

Tumorokat kizárólag 3–4 éves ivarérett halakban találtunk. Ennek oka az lehet, hogy a daganatok kialakulásához, még az ilyen rövidebb élettartamú állatokban – ahol 8–11 év már idősnek számít – is idő kell.

A megvizsgált szívárványos pisztráng anyaállományban a daganatok prevalenciája esetünkben 6% volt. Munkánk során képkalkító diagnosztikai módszerekkel azonosítottuk a kóros elváltozásokat a tüneteket mutató halakban. Az ultrahang vizsgálatok hordozhatóság és költséghatékony-



Munka közben (Fotó: Hoitsy Márton)

ság szempontjából ígéretesnek minősültek, alkalmazásuk a mindennapokban is kivitelezhető. A képminőség és áttekinthetőség, valamint a feldolgozhatóság szempontjából az MRI és CT vizsgálatok jobbnak bizonyultak. Azonban magas a bekerülési és fenntartási költségük, valamint az eszközök helyhez kötöttsége és a vizsgálatok hossza miatt a technika jelenlegi állása szerint a telepeken diagnosztikai céllal nem alkalmazhatók. MRI vizsgálat esetén – ami jó minőségű képet készít a légszövetekről – a beavatkozás hossza a 20 perctől is meghaladhatja. A pisztráng magas igényei (hideg, oxigéndús víz) a vizsgálat során nehezen biztosíthatók, mindamellett, hogy a gép közelében nem lehet semmilyen fém eszköz (szivattyú, felnyomó pumpa). Ez utóbbiak viszont az altatás során nélkülözhetetlenek az állat életben tartásához. A CT vizsgálatok gyorsasága már megfelelő lehet halak esetében. A vizsgálatoknál jó tartalmú kontrasztanyagot adva kapható megfelelő kép az altatásban végzett eljárások során. Hordozhatósága

SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ

Dr. Hoitsy Márton György 1991. május 10-én Szikszón született. Gyermekkorát a Lillafüredi Pisztránglelepen töltötte és már fiatalon nagy érdeklődést mutatott a természet és az állatok iránt. Középiskolai tanulmányait a miskolci Földes Ferenc Gimnáziumban végezte biológia szakon. A budapesti Állatorvostudományi Egyetemen 2017-ben vette át diplomáját. Már az egyetemi éveitől is a halegészségügy felé orientálódott. Gyakornokként Máltán, az AquBioTech cégnél szerzett tapasztalatot mind állategészségügyi, mind pedig recirkulációs és biológiai szűrőrendszerek terén. Az állatorvosi képzés ideje alatt elvégezte a vadgazda mérnöki szakirányt is.

A diploma megszerzése után a Fővárosi Állat- és Növénykertben, valamint a Lillafüredi Pisztránglelepen kezdett el dolgozni állatorvosként. 2017-ben ösztöndíjasként felvételt nyert a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Állattenyésztés Tudományok Doktori Iskolájába, ahol PhD tanulmányait kezdte meg,



Védés közben (Fotó: Hoitsy György)

melynek során a halak daganatos megbetegedéseit kutatta. Munkája során nemzetközi és hazai konferenciákon állított ki posztert, valamint tartott előadást. A jelölt a kutatói munka mellett az Állatorvostudományi Egyetem Egzotikusállat- és Vadegészségügyi Tanszék Halegészségügy tárgyának oktatásában is részt vett. Mentorálása alatt két szakdolgozó védte meg sikeresen diplomadolgozatát.

Posztgraduális képzés keretében vadegészségügyi szakállatorvos képesítést szerzett 2019-ben. Vet4Fish nevű magánpraxisában főleg víziállatok, halak, kételtűek, valamint egzotikus és vadállatok egészségvédelmével és gyógyításával foglalkozik. Munkájával állatorvosi segítséget szeretne nyújtani haltenyésztőknek, akvakultúrával foglalkozó cégeknek és hobbi akvaristáknak éppúgy, mint vadgazdálkodással foglalkozóknak. Célja, hogy a jelenlegi állatorvosi munkát a megelőzés irányába tolja el, elejét véve ezzel a problémák kialakulásának. Tudományos munkáját publikációk, poszterek, folyóiratcikkek, valamint könyvfejezetek fémjelzik magyar, valamint angol nyelven.

azonban ennek a szerkezetnek is nehézkes, költségei az MRI gépekhez hasonlóan alakulnak. Ez utóbbi készülékek inkább a *post mortem* vizsgálatok és kutatások során alkalmazhatók.

A neoplasztikus elváltozásokból készített szövettani metszeteken a kehelysejtek megnövekedett száma figyelhető meg. A nagyszámú sejt fokozott nyálkatermelést idéz elő. A bél ürege mucinózus nyálkával kitelt az ilyen halaknál, a kloákából fehér fonálszerű pseudofaeces lóg ki. A nagy mennyiségű, kehelysejtek által termelt váladék a bélbeli felszívódás zavarát idézheti elő.

A kutatás során néhány esetben arrodáció alakult ki a bélben, ami miatt megszűnt a hámréteg folytonossága. A sérült bélhámnak csökken a fertőzésekkel szembeni védő funkciója. Az átmaródások területén megnyíló bemeneti kapun keresztül baktériumok juthatnak a szövetek mélyebb rétegeibe, illetve az érpályába is, ami septicémiához vezethet.

A daganatokban és a fekélyes területekben megakadhatnak idegentestek vagy akár takarmánydarabok is. A perisztaltikus mozgások miatt a beékelődött idegentestek a bél falát átszúrhatják. Amint ez bekövetkezik, a perforálódott szövetek közé bejutó baktériumok vérmérgezést okoznak, és ez az állatok pusztulásához vezethet. Az intesztinális szakaszon betüremkedő daganatok a bélmozgás hatására tovább haladnak a kloáka felé magukkal húzva az

előttük található bélszakaszt is. Ezáltal a bél önmagába csúszik bele, ahol a lezajló kóros folyamatok miatt rögzül. A pangásos bővérűség miatt felborul a keringés, és az állat elpusztul. Pisztrángból daganat okozta invaginációt korábban nem írtak le, habár harcsában és tilápia hibridben is beszámoltak már bakteriális okokra visszavezethető elváltozásról.

Az immunhisztokémiai vizsgálatokkal bebizonyítottuk, hogy a pisztrángokban talált daganatok adenokarcinómák voltak. Az eger és nyúl antitestekkel (pancytokerin és E-cadherin) végzett pozitív eredményt adó vizsgálatok is azt bizonyítják, hogy a halak daganatos betegségei szinte semmiben sem különböznek a magasabb rendű melegvérűekben, például kutyában és macskában ezekkel az antitestekkel azonosított elváltozásoktól. Ebből levonható az a következtetés, miszerint az adenokarcinóma már az evolúció korai szakaszában is jelen lehetett. A halakban talált daganatok malignitási foka minden esetben grade III volt. Ez azt jelenti, hogy a daganatsejtek a normálistól teljesen eltérnek, növekedésük és terjedésük is gyorsabb az alacsonyabb differenciáltsági fokú daganatokétól (grade I-II) halakban. Abban az esetben, ha a daganatok csak grade I vagy II stádiumúak lettek volna, a daganatok növekedése lassabb lett volna, esetlegesen nem képez áttéteket, és lehet, hogy csak a „tenyészkorból” való kiöregedés után okoz komolyabb problémát.

A vírus diagnosztika során talált 9 víruscsalád számos faja rendelkezik onkogén tulajdonságokkal. Természetesen olyan víruscsaládok szekvenciái is kimutatásra kerültek a mintákból, melyek környezeti vagy takarmány eredetűek is lehetnek. Köztük találtunk algákból vagy gerinctelen fajokból származó vírusokat is. A polyomavírusok közül jó néhány faj okozhat daganatos elváltozásokat, ahogy erre többek között fekete medvében és aranyhőrcsögben is volt már példa. A madaraknak, kétéltűeknek és hüllőknek, de még a halaknak is megvannak a maguk polyomavírusai. Habár fekete tengeri sügérben, *Trematomus pennellii*-ben, valamint gitárhalkan is leírták, pontos szerepe és kórlefolysa még nem tisztázott. A *Paramyxoviridae* családba is tartozik néhány, halakat is fertőzni képes faj, ahogy erről számos kutatás beszámol. Az atlanti lazac paramyxovírus kopoltyúban okoz proliferatív elváltozást. Ugyan a *Retroviridae* család kópiaszáma alacsony volt, azonban onkogén vírusfajokban bővelkedik. Lazacfélék között is akad szarkómát kiváltó retrovírus, de számos más halfajban leírták már daganatkeltő hatásukat. A *Parvoviridae* család néhány fajának kórlefolysa jól ismert magasabb rendű gerincesekből. Azonban azt kevesen tudják, hogy daganatképzéssel is összefüggésbe hozták már lajhármakikban. Halakból, többek között süllőből és tilápiából is leírásra kerültek már parvovírusok, ami nem zárja ki esetleges károkozó szerepüket esetünkben sem. Az *Adenoviridae* családra jellemző szekvenciák is megtalálhatók voltak a mintákban a korábbi családoknál nagyobb arányban. Jól ismert az állatvilágban a károkozásuk. Számos halfajban (tokfélék, tőkehalfélék, lepényhalfélék stb.) okozhat megbetegedést, melyek közül néhányban hyperplastikus elváltozásként jelenik meg. Az *Alloherpesviridae* víruscsaládban beszámoltak alacsonyabb gerinceseket érintő vírusos eredetű daganatokról. A kétéltűekben megtalálható Ranid herpesvirus 1 vese adenokarcinómát vált ki leopárd békákban (*Rana pipiens*, Schreber, 1782). Halakban is okoznak tumorokat, ahogy azt korábban az irodalmi áttekintésben taglaltuk. A pontyokban himlős elváltozást okozó Cyprinid herpesvirus 1, amely daganatkeltő hatással rendelkezik. Az ide tartozó Salmonid herpesvirus 2 a lazacfélékben idéz elő daganatos elváltozásokat. A mintákban mintegy 2%-ban volt jelen a többi vírus. Potenciális okozója lehet esetünkben is daganatoknak, noha bélbeli neoplasztikus elváltozást eddig nem írtak le a vírussal fertőzött halak kapcsán. Tovább növekedett a korábban említett vírusokhoz képest a *Papillomaviridae* család vírus kópiáinak száma a mintában. Halakban előforduló papillómák háttérben is állhatnak számos esetben vírusok. Gazdasági haszonhalak, de díszhalak éppúgy fertőződhetnek, és a kültakarón kialakuló papillómák fejlődhetnek ki. A rovarvírusok közé tartoznak a *Baculoviridae* család tagjai. Halakból eddig nem írtak le általuk okozott patogén hatást, rovarokban azonban bizonyított az apoptosist gátló hatásuk. Természetes sejthalál hiányában nem hal el annyi sejt, mint amennyi



Önarckép (Fotó: Hoitsy Márton)

keletkezik. A felboruló egyensúly következtében egyre több sejt jön létre az adott szövetben vagy szervben, fokozva ezzel a daganatok kialakulásának esélyét a fogékony fajokban. A mintákból az egyik legnagyobb számú kópiát produkáló víruscsalád a *Herpesviridae* volt. Habár humán vonalon összefüggésbe hozták daganatos megbetegedéssel (nasopharyngealis karcinóma, a 8-as típusú humán herpeszvírus által okozott Kaposi-szarkóma, Epstein-Barr vírus indukálta limfóma, illetve epitheliális eredetű daganat), állatoknál egyelőre kevés példa van onkogén hatásukra. Egyik ilyen vírusfaj a Marek-betegséget okozó Gallid herpesvirus 2, mely limfoid daganatokat képez madarakban. Ezek alapján akár egy herpeszvírus faj is állhat a vizsgált daganatos elváltozások mögött. A legnagyobb kópiaszámot produkáló víruscsalád az *Iridoviridae* volt. Számos fajban, köztük halakban is okoznak megbetegedéseket. Legyen az édesvízi vagy tengeri környezet, mindkettőben iridovírusok okozzák a lymphocystis nevű megbetegedést, mely a bőr fibroblast sejtjeit érinti. A sejtek akár 100 ezerszer is nagyobbak lehetnek normális méretüknél. A grouper iridovírus genomja tartalmaz egy antiapoptotikus B-sejtes lymphoma-2-like gént. Ez expresszáldva – megszakítva a sejtek múlandóságát – akár daganatképződéshez is vezethet. Felmerül tehát a feltételezés, miszerint az előbb említett családokba tartozó hasonló rokon vírusok akár szívárványos pisztrángban is okozhatnak daganatos elváltozásokat.

Elektronmikroszkópos vizsgálatok során ugyan vírusalakok nem voltak kimutathatók a daganatszövet sejtjeiből, azonban ez nem zárja ki azok jelenlétét. Az ép és daganatos sejtek összehasonlítása során eltérések voltak megfigyelhetők. Napjainkban a kvalitatív elektronmikroszkópos diagnosztikai eljárások továbbra is használatosak. A molekuláris biológiai eljárások, mint a metagenom módszer gyorsabbak és pontosabbak is lehetnek, viszont vizuális képet csak az előbb említett vizsgálattal kaphatunk a virális kórokozókról. Valójában a vírusdiagnosztikai módszerek közül mind a sejtenyészítés, mind az elektronmikroszkóp, mind pedig a molekuláris biológiai módszerek is alkalmazásra kerülnek, sokszor akár



Túrázás közben feleségével, Hoitsyné Bali Krisztinával
(Fotó: Hoitsy Márton)

párhuzamosan is. Egyik módszer igazolhatja, kiegészítheti a másikat, ezáltal pontosítva a diagnózist.

Az esetlegesen elpusztult halak miatt csökkenhet az egyedszám és nőhet a beltenyésztettség veszélye az állományban. Felmerül a kérdés, hogy beszélhetünk-e öröklődő hajlamról a pisztrángok intesztinális adenokarcinómájánál? Amennyiben igen, akkor egy sikeres szaporítás esetén, ha a tejes vagy az ikrás örökíti ezt a hajlamot, a heterozigóta utódokban a daganatok elfordulásának gyakorisága megnőhet. Erre még nagyobb lehet az esély az esetleges homozigóta egyedeknél. Valószínűsítjük, hogy számos esetben a halak takarmányának komoly szerepe van a daganatok kialakulásában. Felmerül a kérdés a One Health jegyében, hogy a növényi és állati eredetű takarmányok a halakba kerülve, bennük esetlegesen rákot okozva továbbjuthatnak-e az emberi szervezetbe? Átkerülhetnek-e olyan anyagok a szervezetünkbe, amelyek fedett hatással rendelkeznek? Az Európai Unióban jelenleg tilos az állati eredetű vágóhídi hulladék és melléktermék feletetése bármilyen formában is az étkezési célra szánt ragadozó halakkal. Bizonyos halfajoknál érdemes lenne kidolgozni egy alternatív takarmányozási módot, ami kiválthatja a nagy hányadban növényi részeket tartalmazó pelleteteket etetését. Jó eredmények vannak már a rovarfehérje és más alacsonyabb rendű szervezetek alkalmazására a haltakarmányozás terén. A dolgozat keretében vizsgált eseteinknél azonban a takarmányok (AquaGarant, Alltech Coppens) ellenőrzött beszállítóktól származnak, és komoly szűrővizsgálatokon mennek át a gyártás több pontján is. Mindkét vállalat igazolta a takarmányok mikotoxin mentességét.

A tenyészállomány komoly értéket képvisel a tógazdaságokban. Ők biztosítják a termelés folytonosságát, az új generációt. Az állatok 3–4 éves korukra érik el az ivarérettséget. Egy ikrástól élete során több tízezer ikrát lehet lefejni, amiből piaci hal, illetve a következő anyaállomány lesz. A női ivarú tenyészállatok pusztulása komoly gazdasági veszteséget jelent a halgazdaságoknak. Az ivarériség eltelt 3 év alatt a nevelésére, táplálására és az

esetleges gyógykezelésére fordított összeg ilyenkor mind veszteségként jelenik meg.

A vizsgálatok alapján az érintett állományban minél hamarabb ki kell szűrni a daganatos betegségben szenvedő halakat. A beteg állatokra fordított költségek (takarmányozás, munkaerő, tartástechnológia, állatorvos) minimalizálása szükséges. Ez csak úgy érhető el, ha rendszeres szűrővizsgálatokat végeznek a halgazdaságokban. Erre megfelelő módszer az ultrahang vizsgálat, mely során nem szükséges a hal életét kioltani. A rutin ellenőrzés részeként altatásban történő beavatkozás megfelelő képet adhat a tumorok előfordulásáról.

A halak neoplasztikus elváltozásainak kutatása nemrég kezdett el kibontakozni. Kutatásunk úttörő tevékenységnek számít nem csak hazai, hanem nemzetközi téren is. Vizsgálataink fontos, új eredményeket hoztak a pisztrángok daganatos megbetegedései terén, azonban egyes részletek tisztázásához további vizsgálatok szükségesek.

2. Új tudományos eredmények

1. Képződi diagnosztikai eljárások segítségével új daganatszűrési módszer került kidolgozásra a hazai halgazdaságokban. A kutatás során Mindray M9Vet ultrahang, Siemens Somatom Definition AS+ CT berendezés és Siemens Biograph mMR berendezés felhasználásával azonosítottuk a kóros elváltozásokat. A módszerek összehasonlítása során a CT és MRI berendezések segítségével elsőként végeztünk pisztrágon ilyen jellegű vizsgálatokat Magyarországon. A terepi diagnosztika során az ultrahang vizsgálat bizonyult a leghasznosabbnak. A beavatkozás alatt az állatok altatásban kerültek átvizsgálásra, mely nem több mint a szaporításnál alkalmazott gyakorlat.
2. Kórbontani vizsgálatokat végeztünk, majd kórszövet-tani és immunhisztokémiai módszerekkel azonosítottuk az elváltozásokat. Elsőként publikáltunk szívárványos pisztrángban előforduló béldaganat okozta invaginációt. Elsőként találtunk és írtunk le szívárványos pisztrángban gastrointestinalis adenokarcinóma áttétképződést az állatok veséjében.
3. Bizonyítottuk kórszövet-tani és immunhisztokémiai módszerekkel a gyomor-bél traktusban található primer daganat áttétképzését a májban, kopoltyúban és a vesében, melyek pancitokeratin és E-cadherin pozitivitást mutattak.
4. Magyarországon elsőként vetettünk vírusvizsgálat alá szívárványos pisztráng daganatokat, melyhez újgenerációs szekvenálás módszereit alkalmaztuk. Ennek során 9 potenciálisan onkogén víruscsoportot azonosítottunk.
5. Elektronmikroszkópos vizsgálatoknak vetettük alá a daganatszövetet, melyet ebben a fajban, ennél a daganattípusnál Magyarországon más még nem csinált. Morfológiai eltéréseket írtunk le az ép- és a tumor szövet sejteji között.